COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
29 SEP 1959

Agricultural Research Institute, Pusa

REPORT ON THE OUTBREAK OF BLISTER BLIGHT ON TEA IN THE DARJEELING DISTRICT IN 1908-1909.

BY

W. McRAE, M.A., B.Sc.,
Officiating Imperial Mycologist

CALCUTTA
SUPERINTENDENT GOVERNMENT PRINTING, INDIA
1910

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/reportonoutbreak0000wmcr

PLATE I.—(Frontispiece.)

Tea leaves and stems affected with Blister Blight.

FIG. 1.—Shoot of Tea affected with Blister Blight.
FIG. 2.—Same showing the red tinge.
FIG. 3.—Same showing the hypertrophy of the leaves and the upper flushing buds killed off.
FIG. 4.—A cut-back seedling badly affected.
FIG. 5.—Same with all the leaves and buds killed.

PLATE I.—(Frontispiece.)

Tea leaves and stems affected with Blister Blight.

Fig. 1.—Shoot of Tea affected with Blister Blight.
Fig. 2.—Same showing the red tinge.
Fig. 3.—Same showing the hypertrophy of the leaves and the upper dressing buds killed off.
Fig. 4.—A cut-back seedling badly affected.
Fig. 5.—Same with all the leaves and buds killed.

Report on the Outbreak of Blister Blight on Tea in the Darjeeling District in 1908-1909.

By W. McRAE, M.A., B.Sc.,

Officiating Imperial Mycologist.

THIS report is the result of two tours in the Darjeeling district in the months of July and September of 1909. It simply presents the problem to be faced there, touches on some of the lines of investigation and indicates the means of dealing with the blight during the cold weather of 1909-1910. Early in June 1908 leaves of the tea plant affected with blister blight (Exobasidium vexans, Massee) were noticed on heavy pruned Assam tea bushes on Pullongdong and a few days later on pruned tea on Pubong and Pussimbing. Early in September the first trace of it was seen on the adjacent garden of Tongsong and a week later it had spread over the neighbouring gardens. The first public discussion took place at the Planters' Association Meeting in Darjeeling at the end of September, when in the crop telegram was inserted "Blister blight is generally severe and is checking leaf." At Tukvar it was noticed early in October and almost certainly existed unnoticed on other gardens in this part of the district. Starting late in the season the blight did not do much damage, though sufficient to make planters keep a keen look out during the following season for its reappearance. In November when the growth of the bushes stopped the blight died off and during the cold weather disappeared.

This was the first appearance of blister blight observed and recorded in the district of Darjeeling. It is not, however, a new blight on the tea-plant but hitherto has been confined to the upper part of the Brahmaputra Valley in north-eastern Assam. These two places are widely separated yet the blight does not seem to have been reported from any of the intervening tea districts of Cachar, Sylhet or the Duars. This blight was investigated in Upper Assam by Sir George Watt*

* Pests and Blights of the Tea Plant, G. Watt. 1898. Page 419 onwards.

about 1895 and from material sent by him to Kew the fungus causing the disease was described and named by Massee.*

In 1909 the blight appeared on the same gardens, but earlier in the season, *viz.*, in March on Negali on heavy pruned Assam bushes when the leaves were just sprouting, in June on Dooteriah Division on Assam bushes two years away from heavy pruning and cut back to one eye, and about the end of June on Tukvar on China jât which had been heavy pruned. Though the Manager of Tukvar Garden first discovered the blight on a bush of Assam tea cut back to one eye, yet from his observations during the next few days on the prevalency of the blight in the garden it is most probable that the blight came first on heavy pruned China tea. During the summer it made its appearance on several neighbouring gardens. On all it spread rapidly and gradually extended, till hardly a garden in this part of the district is now free from blister blight.

The first indication of a blister is a small, pale green, pale yellow, or pinkish, translucent spot, easily seen against the darker green of the rest of the leaf when it is held up to the light. Sometimes the pinkish tinge fades or it may never be discernible. In other cases the spot is deep red on both sides like red ink, and the red tinge remains even when the spores are ripe. Plate I, fig. 2. The circular spot enlarges, usually reaching a diameter of 5 to 15 mm. but sometimes as much as 23 mm. On the upper side of the leaf the spot becomes gradually depressed into a shallow cavity and on the under side it bulges out slightly, thus forming the blister from which the blight takes its name. Plate I, fig. 1. The upper, concave, circular area is smooth and shiny as if it had been touched with varnish and still remained wet and the colour is usually paler green than the rest of the leaf, often with a yellowish or reddish tinge and sometimes deep red. The under convex surface, on the other hand, remains dull and assumes a grey look as if dusted with white powder and, when mature, becomes pure white, downy, and quite dry. The lower surface produces colourless spores which, with the outgrowth of the fungus filaments, give the white appearance to the under side of the blister and on some vigorous, rapidly growing blisters slightly also to the upper side. In not a few cases the form of blister is reversed and both forms may be found on the same leaf. Then it is concave on the lower side of the leaf and bulged out on the upper, but the white spore-

* Kew Gardens Bulletin. 1898. Tea Blights. G. Massee. Pages 109-111.

bearing surface is always principally on the under side of the leaf. Gradually the white surface becomes discoloured till at last it is dark brown or almost black, and the blistered spot becomes dry and crinkled and shrinks so that the depressed blister disappears and the discoloured circular patch is in the same plane as the rest of the leaf surface. Only fresh young leaves and buds are liable to infection. When a leaf is over four weeks old it is past the stage at which it may be infected.

After the leaves of a bush have been attacked the disease spreads to the leaf-stalks and the young, succulent, green stems, Plate I, figs. 1, 2, 3, but here the appearance of the disease is not so conspicuous though the damage is much more serious. The course of the disease on the young delicate stem is like that on the leaf only no blister is formed. The colour of the young spot is very similar but the deep crimson tinge is not present. The spot, circular at first, soon becomes elongated in the direction of the stem-axis and gradually spreads round the stem. The affected area is slightly swollen and when the spot surrounds a node the diameter of the stem at that place may be twice as much as that of the unattacked portion above or below. When the spore-bearing filaments break through the epidermis they give a grey appearance to the spot but it does not always become dead-white like the blister. The disease eats through the stem so that the leaves and buds above wither and blacken and the stem bends over at the diseased part, Plate III. When there are several of these dead twigs on a bush they give it a black decaying unsightly appearance. Whether the mycelium is perennial in the branches and produces the first crop of spores in the following season I have had no opportunity of observing yet but will try to find out next spring.

In a section of a translucent spot the cells of the leaf-tissue are seen to contain chloroplasts less deeply coloured with chlorophyll than those in undiseased portions of the leaf, thus accounting for the paleness in colour, and the cell-sap contains a pinkish liquid which gives the colour to the young spot. Little or no starch is present in these cells, contrary to what is found in the cells of the undiseased portion of a leaf. The filaments or hyphæ of the fungus are seen ramifying between the cells of the host-plant. In sections of mature spots one sees that the cells of the spongy parenchyma have increased in number more rapidly than those of the palisade layer. The filaments too crowd together in masses on the inner side of the lower epidermis so that the cells of the spongy paren-

chyma of the host-leaf become pushed apart and isolated. The tension thus caused between the two unequally expanding layers and the unyielding healthy tissue on the margin causes the spot to bulge out into the form already described. The filaments are very thin, 1·5 to 2·3 μ in diameter, and septate. Little groups of filaments are pushed through the stomata and bear spores and the hyphal masses below the epidermis increase so fast that, almost immediately, the latter is ruptured in many places and little tufts of hyphæ break through till at length they are so numerous that they form an almost continuous plane of hyphæ giving the white woolly appearance to the spot. These hyphæ bear two kinds of spores.

1. By far the most abundant are two-celled conidia each at the end of a long stalk. They vary from 12 to 21 μ in length and 4·5 to 6·0 μ in breadth.

2. Basidia are borne here and there on the surface in fairly large numbers but never so close as to form a continuous surface of basidia. They are long and club-shaped, usually producing two short sterigmata, each of which supports a basidiospore. The basidia are 30 to 48 μ or even up to 90 μ long by 3·7 to 6 μ broad, and the sterigmata are 3 to 5 μ long. Four spores on a basidium have not been observed though many sections were examined but on one basidium three sterigmata and on three others four sterigmata were clearly seen. The basidium according to Massee contains four nuclei, so may occasionally produce four basidiospores, two at a time or all at once. The spores are colourless and elliptical, 7·1 to 13·6 μ long and 2·3 to 4·5 μ broad, the average being 10 × 3·2 μ. Massee * gives the basidiospores as 5 × 3 μ. The measurements here given are from forty basidiospores, each of which was attached by its sterigma to a basidium. The sections were cut from freshly gathered leaves, mounted in water and immediately measured. Besides these many of the filaments are barren and run out beyond the surface level, giving the downy appearance to the spot. In a vigorously growing blister the upper epidermis may also be broken through and bear spores in a similar way but they are always comparatively few in number.

When kept in a moist chamber on a glass slide or on the surface of a tea leaf, spores swell slightly and germinate within 5½ hours of being

* Massee, G. Tea Blights. Kew Gardens Bulletin, 1898, p. 111.

sown. From each of the two cells of a conidium a germ-tube may be produced. Some of the conidia, being one-celled only, are difficult to distinguish with certainty from basidiospores when both are lying isolated. Some one-celled conidia develop a transverse wall before germination and are thus easily distinguishable yet all do not, and it is difficult to separate basidiospores with certainty as they are so few in number and the conidia are so numerous. They germinate, however, *in situ* so that the germination of both one-celled conidia and of basidiospores has been observed and the phenomena are similar. The germ-tubes grow in length and enter the leaf by the stomata. Once inside they branch and ramify between the cells, chiefly in the spongy parenchyma, ultimately giving rise just under the lower epidermis to the dense masses of mycelium which produce the spore-bearing hyphæ. The germ-tube may not enter by the first stoma it passes near and may branch before it enters. Stomata are present only on the under side of the leaf hence it is on this surface that infection takes place. Several successful inoculations were made in the field on young shoots protected under Erlenmeyer flasks and also on cut shoots kept in water under a bell jar. After a period of eleven days the translucent spot is clearly visible and in from six to eight days later the blister is formed and filaments are producing spores. The period between inoculation and the maturity of the blister varies greatly according to weather conditions and is shortest in hot, moist, cloudy weather.

If a blister is situated on the midrib the leaf often folds, or rolls upon itself irregularly, sometimes the lower and sometimes the upper surface of the leaf remaining outermost. If the blister is near the margin, the leaf may become curled, Plate I, fig. 3, and if there are several it becomes twisted in the most fantastic manner. On a young leaf the blister sometimes appears on or near the petiole and then, besides being twisted, the leaf remains stunted. Frequently too a blister occurs just below the tip of the leaf. Blisters that come on the midrib have often an irregular outline, spreading lengthwise more easily than across the leaf.

The number of blisters on a leaf varies from one up to about twenty and they may be isolated or several may run together to form a large patch with an irregular outline. To such an extent does this sometimes go that the whole under surface of the leaf may be covered with an even mass of coalescing blisters.

If only one or two blisters occur on a leaf its efficiency is not much impaired. When, however, many of the leaves are blistered the damage done to a bush in reducing its green surface available for food-making is very great and in addition the parasite is draining its host of the nourishment made for it by healthy leaf tissue. When the vitality of the plant is lowered the healthy flushing of the young leaves is retarded thus causing considerable loss. After the disease has run unchecked through a bush and the young shoots have fallen over and decayed, it has a black unsightly appearance quite justifying the anxiety of the managers on those gardens where the disease is prevalent.

The exact spot in the district where the disease originated cannot be settled with certainty but it was most probably on the slopes on the southern side of the Senchal ridge. Last year it was noticed at several places near the head waters of the Balasan river almost simultaneously and after it had once been reported it was found on quite a number of gardens. From this it may be conjectured that the rate of dissemination of the disease was very rapid or that it may have existed in the gardens for some time without having been noticed. This last may quite well have occurred in gardens where it was doing little real damage especially as the disease was new to the district and was then unknown to many planters. From observations made this year the former also does seem to be the case and when once the blisters have matured, the spores which they produce quickly become distributed.

When blister blight appears on a block it runs its course somewhat after this manner. Here and there several bushes are badly affected, and scattered bushes, more or less numerous, are slightly affected. Not every bush even in a badly affected block, is attacked. Certain bushes often seem to be resistant to the disease and remain healthy and free from blight even though their neighbours are suffering severely. Only one or two leaves on a bush may be blistered or there may be a few or a great many. A block may appear to be quite healthy and then suddenly a few blistered leaves may be seen scattered throughout it and this frequently occurs in a noticeable way when, after a few days' sunshine, a spell of wet weather recurs. Little harm may be done and the damage may end there or the blight may become worse and worse, both mature leaves and young shoots becoming affected, then blackening and dying till leaf-picking is stopped. It does not seem to begin in one place and gradually spread round in widening circles

but to come quite erratically and spread very quickly. In one case (Kalage), it spread from a low elevation to the upper parts of the garden and in another (Kodong) it as certainly spread from above downwards and other examples might be quoted both ways. The spores of the parasite are distributed by the wind, and the sudden attack can be understood when one remembers the fairly strong breezes that sometimes blow upwards from the valleys and anon downwards over the ridges. On days in which there are a few hours of dry weather or sunshine the wind will blow the light, dry, powdery spores about, and they might be borne a considerable way and scattered over a comparatively wide area. In the Balasan valley strong breezes blow up the valley, especially in the evening of a hot day, and the disease has travelled much more rapidly and is more severe towards the head waters, than downwards towards the plains. In this valley the disease is severe on slopes exposed to the wind, *i.e.*, on southern slopes. On the Tukvar side of Senchal the winds are not so steady and are more irregular and here the distribution of the disease is erratic. As the coolies are picking leaf their clothes must often brush off spores from affected leaves and carry them to leaves on neighbouring bushes. This is, probably, a common means of distribution within the limits of a garden.

Shade whether artificial from planted trees or from proximity to the jungle favours the blight and it is worse too on low, damp, shady hollows. It was frequently found that the bushes under the trees grown for shade in the garden were affected when the surrounding unshaded bushes were free from blight and when both were affected the shaded bushes were more severely blistered. This occurred chiefly under older trees that had become so dense as to be affording more than the optimum amount of shade, and suggests the thinning of the jungle trees near the tea and lopping off branches where shade-trees have become too dense. Bushes that had been lightly picked in order to strengthen them were occasionally the worst attacked in a block. This was rather strikingly noticeable in one garden where bushes that were being saved were marked by a bamboo stake. The stake was almost a certain indication of a badly blistered bush. This is because in light picking much succulent leaf is left on the bush giving a greater amount of suitable surface for the blight to work on. Still it may be that in spite of blister the bushes gained more by being spared than they lost because of the disease.

The blight attacks the high quality Assam and hybrid jâts most severely, while China and Manipuri are not so much affected. It is quite interesting to see, in some China blocks where Assam or hybrid bushes have been used to refill empty places, how the leaves of the two high quality jâts are well infected with blister whereas the leaves of the China are almost free. Yet in some gardens China jât is very badly affected and bushes have a woeful white or black appearance according to the stage of the disease.

With regard to unpruned, lightly pruned, and heavily pruned tea I cannot definitely say that one is attacked more often than another but it is quite plain that the amount of harm done, when once the blight has come on them, is inversely as the order in which they are mentioned. In the young, succulent, quickly-growing leaves of heavy pruned bushes the blight develops very vigorously and may destroy nearly all the leaves. Now the productiveness for the next few years of bushes that have been heavy pruned depends on the formation of a good frame work of good bearing wood in the first season after heavy pruning. To make this new wood, the health of the young green leaves is vital and any blight which reduces their efficiency, as blister blight does, causes not only serious damage in the year of attack but serious loss in the crop of succeeding years.

The blight is severe on areas with a high rain-fall and worse about that elevation where rain falls nearly every day during the monsoon and mists hang about, lifting only at rare intervals. Thus on the ridges and slopes in the Rungbang and Balasan valleys, whose waters drain towards the plains, the blight is on the whole worse than on the gardens on the Darjeeling side of Senchal. The continued dampness of much of the Darjeeling district in the rains is most favourable to the blight and, as such weather conditions come every year, it is possible that the blight may be more difficult to deal with here than elsewhere. This should be kept in mind when comparing with the experience of planters in the Brahmaputra Valley where a season as wet as that annually occurring in Darjeeling comes less frequently.

As to the severity of the attack of 1908 and 1909 in relation to elevation the evidence points to the blight being more severe at high elevation and worst between 4,000 and 5,500 feet. Elevation is not the real factor with regard to severity but moisture, for in this district high elevation means, within certain limits, high and evenly distributed

rainfall during the monsoon. The three worst blocks and the only extremely bad cases on a large area seen by me in July were at a high elevation, *viz.*, 70 acres of one-eye pruning and 10 acres of heavy pruning mostly Assam jât between 5,000 and 5,400 feet, 40 acres of heavy pruning of two years old mostly China jât between 5,000 and 5,300 feet and in September 20 acres of heavy pruning of Assam jât between 5,200 and 5,500 feet. On a single garden of low elevation in the Rangit valley where the rainfall is very small the blight came late in the season of 1909 and was only very slight; one had to search carefully to get blistered leaves, but during October it spread very considerably and some bushes were white with it nearly all over. It has also been noticed elsewhere at 1,200 feet. It has extended southwards as far as Gayabari garden which abuts on the plains. There is then a grave danger of its spreading downwards to the plains.

The amount of damage done by blister blight this season is difficult to gauge. Compared with the total output of tea in the affected gardens the loss this year from blister blight is small. But it would be unwise to conclude that what the blight has done in its first season in the district is a measure of what it can do. Fortunately for the industry weather conditions were favourable from April to June and gardens flushed well getting thus well ahead of their usual average. They have, however, since gone down and some gardens are well behind. A large part of the loss is attributable to wet, unfavourable weather in July and August but a considerable portion is due to blister blight. The worst damaged piece of tea was an area of 20 acres of last year's heavy pruning on a high jât garden. It was literally ruined, 90 per cent. of the bushes having nearly all the leaves blistered or fallen off and the bare stems had the discoloured marks of the blight where the shoots were attacked and the upper parts had fallen off. Even young buds pushing out from the leafless branches were blistered and to such an extent that the young leaves of the buds were stunted and red or blackened according to the stage of the disease. This is a good example of what the blight can do when once it gets a good grip of a block of heavy-pruned tea. So far as the growth for this year is concerned there is little or none. Most of the bushes will start next season as if they had just been heavy pruned unless, as is more likely to be the case, they start weakened by the loss of a season's growth. In new extensions the young plants often suffer badly. In Plate I, figs. 4 and 5, are a couple of

seedlings with in one case all the leaves blistered and in the other all the leaves dead through blister blight. It attacks, too, young buds just bursting open, the tender leaves become covered with blisters thus stopping development and killing off the buds. On Dooteriah, Sumripani, and Tongsong gardens comprising about 1,300 acres of tea under one Manager the amount of blistered leaves gathered and destroyed in the two seasons amounted to 903 maunds. About $\frac{5}{6}$ of this was growth-leaf which would not be made into tea and the other $\frac{1}{6}$ represented loss of leaf that would have produced tea, *i.e.*, about $37\frac{1}{2}$ maunds (3,000 lbs.) of manufactured tea. The cost of collecting this amount of blistered leaf was 657 rupees (£43-16-0) which also represents loss. At Tukvar the loss this year from blister blight is about 30 maunds of tea (2,400 lbs.) These two are taken as average examples of loss in crop and some gardens have much greater or much less loss. On Pussimbing and Kodong gardens the loss last year was put down as 50 maunds (4,000 lbs.) of tea and the estimated loss for this year is 100 maunds. This is more than has been lost in any other garden in the hills. In one garden the whole of the seedlings were destroyed by blister blight. The seed was high jât Assam contaminated by a little low class jât. Almost all the seedlings of the former were killed off, while only a few of the latter had survived till September. The cost of seed and upkeep of this seed-bed for the season amounted to 770 rupees (£51). These are tangible examples of loss due to blister blight but no account has been taken of the damage due to the lowering of tone and weakening of the bushes.

How blister blight came to the tea-plant in this district is not at all apparent. There are at least two possibilities of its origin. It may have come from a jungle plant or from material imported from the Brahmaputra Valley. During the last few years no plants, as far as can be ascertained, have been procured from this region. Every year small quantities of seed have been imported into Darjeeling district from various places in Assam and especially from Dibrugarh and the surrounding tea area where some of the best tea-seed is grown. It is possible that spores may have been introduced with the seed or the earth in which it is usually packed. No definite experiments, however, have been made on the longevity of the spores or the mycelium of the fungus causing blister blight. The evidence for the introduction of the blight in this way is not conclusive. The blight, on the other hand, may have come from the jungle. Opinions differ as to the

observed presence of the disease on jungle trees. Some believe it did not exist in the jungle but other planters maintain that they have observed the disease on jungle trees for many years. A careful search was made in July and September 1909 among the weeds and trees on the gardens and on the edge of the jungle but, though many spotted and blistered leaves were examined, none were found to have been caused by the same fungus (*Exobasidium vexans*) as causes blister blight of tea. Blistered leaves very like those on tea plants were found first at Pubong, then at Dooteriah, on Kharani (Symplocos Theæfolia, D. Don), Plate IV. The parasitic fungus is not Exobasidium vexans but a new species of Exobasidium which remains to be described. Some inoculations made on tea shoots with the spores from the Kharani fungus were not successful. Near Tukvar leaves with brown blisters, in form somewhat like the white blisters on tea, were also found on two kinds of jungle trees but both were due to insect attack. Such have been shown and sent to me several times as samples of blister blight on jungle trees. Needless to say they have no connection whatever with blister blight on tea.

Mr. E. J. Webb believes he has noticed blister blight on jungle trees other than that just mentioned, *viz.*, on arkhaula (*Quercus spicata.* Sm.), chilauni (*Nyssa sessiliflora,* Hk. f.) lepchaphul (*Machilus edulis,* King.), kawala or kaunla (*Machilus Gamblei,* King.), and kuttoos (chestnut). Specimens of blisters on any of these trees were not available in the middle of July as the blight had then disappeared from the jungle. Jungle chaukidars might be shown the disease on tea and told to keep a look out for similar appearances on jungle plants and the Imperial Mycologist will always be glad to examine material of any kind sent to Pusa. Massee mentions *Rhododendron, Vaccinium, Andromeda, Cassandra, Arctostaphylos, Ledum, Saxifraga, Laurus, Symplocos, Arrhenatherum,* and *Bromus* as host plants of the genus Exobasidium and Mann* mentions the garden Croton (*Codiaeum variegatum,* Blume.), and nahor (*Mesua ferrea,* Linn.) as possible hosts of Exobasidium vexans. It is most unlikely that it will be found on all of these plants but it may occur on one or two. Exobasidia are, as a rule, restricted in the number of common host plants. At any rate there is some reason for the presumption that the parasite existed in past years on some species of tree in the jungle and that it has thence spread to the tea plant. Why, however, it did not spread to tea bushes within the last forty years is an

* Mann, H. H. The Blister Blight of Tea. Indian Tea Association Bulletin 3, 1906.

enigma. It is very important to settle this point and next season as thorough a search as possible should be made in the jungle to try to discover whether there really is another host plant.

In Assam, where the disease has been present for the last forty years at least, the occurrence of the disease as an epidemic is regulated by climatic conditions still unknown. There the disease comes apparently erratically on an area which may be large or small, runs its course for some months, killing off new shoots and leaves and then the bushes gradually recover. I believe that now little anxiety is felt with regard to the disease and little is done to combat it. One year it spreads with remarkable rapidity over a garden and next year may be almost entirely absent. There is at least indication of this too in the Darjeeling district where in several places a small area affected last year showed no trace of a blistered leaf this year. This is a hopeful circumstance in the course of the disease and we trust it may be made manifest in the coming year.

Methods that have been tried for keeping the disease in check. They resolve themselves into

(1) picking off diseased material
(2) pruning
(3) spraying with fungicides.

The first and second aim at lessening the spread of the disease by removing and destroying the leaves and stems bearing the spores which are the reproductive bodies of the parasite and which cause new infection on other leaves and shoots. The third aims at destroying the fungus and at preventing the growth of the spores that have fallen or may fall on the sprayed leaves.

In Dooteriah division, since the first appearance of the blight in September 1908, and in the season of 1909, when the blight was very generally distributed in this garden, the Manager has had blistered leaves and shoots picked off and destroyed. Of course it was understood that plucking off blistered leaves would not eradicate the disease. The most that was expected was that it would lessen the spread of the blight by destroying the material that was producing the spores for its dispersal. It was hoped, however, that destroying blistered leaves and shoots in not very badly affected areas might have been sufficient to check the blight.

It was recognised that there was a grave danger in letting coolies go indiscriminately over the tea picking blistered leaves. Their hands, clothes and baskets were bound to get spores on them and these spores would be rubbed on healthy leaves. The coolies, then, told off to pluck for blister were not allowed to pick for tea. Nor were the baskets that had contained blighted leaves used for holding leaf for tea. It was thought advisable that they should put a handful of damp grass in the bottom of the basket and another on top when they were bringing it to the place for destroying the leaves. This was to prevent the leaves drying up and the powdery spores from being shaken or blown out of the basket. The baskets of blistered leaves when being examined at noon or in the evening were looked at to see that only blistered leaves were taken and not spotted leaves as well, which spots were not caused by the blister fungus. Discrimination was exercised, too, in destroying the blistered leaves and before the coolies began picking, it was decided what to do with the gathered material. From blocks near the factory the leaves were burned in the furnace but on distant areas it was thought better to bury them in trenches near the place where they were picked, taking care that they were buried deep enough and in a place where heavy rain would not wash off the surface soil and re-expose them. The chance of spreading the spores while transporting the baskets to the factory was thus eliminated, while the tea near the trenches did not become affected more than that anywhere else. This practice is not without its dangers. Earthworms and crickets may bring up the buried material to the surface in their castings or jackals may scratch off the earth. The best plan is to burn the blistered leaves and prunings on the spot. Though affected leaves had been unintermittently pulled off and destroyed yet after the beginning of August the blight spread more rapidly than it could be coped with and during the month got beyond the available labour for treating it in this way. In all about 620 maunds of blistered leaves were destroyed this season. This shows that though the work of plucking blistered leaves in a garden be prosecuted with energy from the time it first appears yet the blight may get a good hold and get out of control. Though the blight be kept in check for a time yet the result is not satisfactory.

At Pussimbing the Manager tried to check the blight by close plucking. He chose a fairly badly affected block of about sixteen acres and removed from all the bushes in this block all blistered leaves,

young shoots and sprouting buds whether affected with blight or not. This was repeated three times at intervals of four or five days so that the fourth picking was done about fourteen days after the first. The shoots were then allowed to grow and the new leaves and stems came away healthy and unblistered. The idea underlying this treatment is that the spores infect young, soft leaves not long emerged from the bud and that a period of about ten days elapses between infection and the first appearance on a leaf of the pale spot which is the first visible indication of what is about to become a blister and produce spores. If all such young leaves and stems, that have or may have been infected, be continually plucked off within this time then the production of spores will be checked and the young shoots will presumably grow up free from blight.

An adjacent block in the same garden had the blistered leaves and the buds all picked off once. The blight was temporarily checked but, when the new flush came, many leaves were blistered. This treatment alone is not of much avail. It must be mentioned that the first block was not entirely free from blister. On searching, a few blistered leaves could still be found especially near a road dividing this block from an upper one also infected and the probability is that some of these few leaves were missed by the coolies and some were reinfected from this neighbouring block which had not been treated in the same way. This shows the possibility of work on one block being partially annulled by reinfection from another and one must remember too that much depends upon the efficiency and carefulness of the coolies who are picking.

This course, however, seemed to be so successful that it was tried on a larger scale on the same garden and finally with a slight modification was adopted as the method of picking throughout the whole garden. After making one picking as above the coolies got round the garden once every eight to ten days. They took a bud and two leaves as usual, but removed the 3rd leaf as well as the 4th if there was one. Little shoots with only a bud and one leaf were left. So far as the absence of blister blight is concerned the result on Pussimbing and especially on Pubong was very satisfactory. In July when the treatment was begun the blight was very common on both gardens and severe on part of the latter. By the middle of September there was not much blight on either garden.

Similarly on another garden where a system of fairly close picking was in vogue, it was noticed that the blight had almost run its course and was not so apparent as on an adjacent garden where many of the bushes had been very lightly picked in order to save them. In the one garden all the leaf that the blight could attack had been constantly removed while in the other the saved bushes contained the very kind of leaf the blight required.

The drawback to this method of close picking is that it is practicable only in the latter part of the season after good growth has been made in the earlier part of the year, but would be dangerous after a period of unfavourable growth at the opening of the growing season. A drawback planters urge against this method is that it takes a very strong labour force to pick over a garden in the time, and in most gardens in the Darjeeling district at the present time this is said not to be available in the busy season. If a garden was in vigorous health and flushing well they maintain it could not be overtaken in time, for even with the ordinary way of picking it is sometimes difficult to get round. But under this method of close picking a longer time ultimately would elapse between successive pickings. This indeed is the line of work most likely to turn out a feasible method of dealing with the blight in the rains. It is an investigation beyond the power of a man at a distance to undertake. It must be done by a man who knows intimately the practical methods of tea garden culture and can stay for fairly long periods on the affected gardens.

Spraying.—It was demonstrated at Tukvar in a number of small experiments that spraying with Bordeaux Mixture kills the spores and filaments of the fungus, where the liquid comes in contact with them, thus keeping down the spread of the disease and saving the unaffected parts of the leaf for the use of the bush. It also does much good on young green twigs affected with blight. In the usual course of the disease when a twig becomes "blistered" the swelling extends gradually round and through the twig and ultimately causes the part above the spot to succumb. If, however, it is sprayed before the spot has extended much, then the Bordeaux Mixture kills the fungus, the shoot recovers, and the buds flush. This in itself is a great advantage as it saves the buds in the axils of the leaves above the affected spot to produce leaf for tea. The mixture on the leaves also prevents the spores that fall on them from developing.

As spore-formation usually and infection invariably takes place on the under surface of the leaf this is the side that must be sprayed. That, accordingly, makes spraying difficult as the tea bushes are very dense. It was also found difficult to get coolies to spray properly. The nozzle of the sprayer had to be inserted into the bush and so manipulated that the under sides of the leaves were thoroughly treated. They always wanted to spray from above and the lower young twigs on a bush were often missed. However with patience and by always employing the same men to spray they improved wonderfully. The Bordeaux Mixture used was that indicated by the formula (6-4-50), 6 lbs. of copper-sulphate, 4 lbs. of unslaked lime and 50 gallons of water. It was made in the way usually recommended, with observation of the necessary precautions and tests. Full directions were given to the garden managers at the time but they need not be repeated here. Besides Bordeaux Mixture experiments were made with potassium sulphide, formalin, kerosene and water, salt, woodash dry and in watery solution and "Bordeaux powder". All of them kill the white blisters, which indeed are not difficult to kill, but none of them kill the fungus in incipient blisters. A fungicide that would do that would kill the leaf tissues also. There seems a fair chance of "Bordeaux powder" being useful in this way, if an easy and efficient way of dusting it could be found. The experiments with all these were not conclusive enough to warrant the publication of results but when opportunity occurs this enquiry will be extended. In this connection I wish specially to thank Messrs. Claud Bald and A. Shannon both of whom were very keenly interested in the discovery of a blight remedy and made many and varied experiments to this end.

Spraying on tea gardens, situated as they are on steep slopes of the hill sides, is an arduous task. The chief difficulties in the way are due to heavy rainfall and to the difficulty of transporting water for preparing the fungicide. During the time when blister blight is spreading the heavy and frequent showers wash off the liquid sprayed on the leaves, especially on the high gardens about the mist zone where it is often continuously wet for days together. The fungicide does not remain on the leaf long enough to prevent incipient blisters from developing. It has no effect on new shoots that develop after the application and they are just as ready to be infected unless spraying is repeated for their benefit. General spraying therefore in the rains is

out of the question. But on heavy pruning, new extension and seed-beds where the area is usually small and the blight might cause heavy loss for more than one year, the labour and expense of repeated spraying might be well repaid by the saving of the plants. For instance at Tukvar a small block of heavy pruning became well blighted in June and July. It was sprayed with Bordeaux Mixture five times and in September looked very well, though it never became quite free from blight; a few blisters could be found here and there. The bushes were all healthy and made good growth. The manager was well satisfied that the result was worth the effort made. This block suffered little in comparison with other affected heavy pruned blocks that had not been treated in any way. Spraying, in such cases, to do good must be repeated. Once only is not enough. Buds that open after the bush has been sprayed are unprotected by the fungicide and are liable to fresh infection and have to be covered with fungicide. It will be seen that spraying under such circumstances is in general impracticable and can be done only to avert anticipated heavy or total loss in these three special kinds of blocks.

Pruning.—For this one cold weather, all bushes should be pruned in the ordinary way back to the last one or two buds and the lower as well as the upper parts of the bush should receive attention. As it is possible and very probable that unpruned tea carries over the blight from the end of one season to the beginning of the next, it is strongly to be recommended that this winter, no tea be left unpruned. Stick-pruning is not practised in this hill district and some leaves are always left on pruned bushes. At the period of pruning all old leaves with traces of old blisters should be removed and as the matter is too important to be left to the discrimination of the ordinary coolie, the order should be to remove all spotted leaves. From November to March in Darjeeling actual tea-making operations are suspended hence more labour is available then than during the rains for work on the garden. As pruning is the most important work to be done at this time, the careful removing during the operation of all leaves that showed signs of having had blister blight will not add unduly to the heaviness of the work. Then is the most favourable opportunity of dealing with the blight and again in March when the blight is likely to become active as the air becomes moisture laden before the coming of the early rains. During the cold weather observations should be made to see whether the blight may not

harbour on these few leaves left on bushes after pruning and if living blisters be found after November a note might be made in the garden records and the leaves with the living blisters sent to the President of the Association.* Prunings from blighted bushes ought by no means to be left on the ground nor should cultivation alone be relied on to get rid of them. It is not sufficient simply to turn them in during cultivation. All prunings or at any rate all from affected areas should be buried or burned and with careful cultivation following, all the fallen leaves and twigs will be turned in and rendered harmless. Heavy pruned tea suffers severely and whether the leaves are picked off or left blistered on the bush an attack often means disaster. Hence as little as possible heavy pruning should be done this autumn and when it must be done, care should be exercised in selecting a plot to be heavily pruned that it is not very near a plot that was badly affected.

During the early months of 1910 a careful look out should be kept for the first appearance of blister. This is the time when vigilance and energy in dealing with the blight will produce results. Whenever seen the blistered leaves should be destroyed and the bushes all round should be sprayed thoroughly with Bordeaux Mixture, and coolies sent round to pick any leaves with fresh blisters that may have escaped treatment. Keep on with the treatment till the early rains come. If blister blight be not eradicated from tea this cold weather, it may continue to spread and then it is unlikely that it will ever be entirely banished and there will always be the danger, when conditions are favourable, of its reappearing in force.

Recommendations that were made for the cold weather of 1909-10 :—
It would be advisable—

To prune all bushes in the garden. The pruners might open up the bushes and remove all growth-leaf showing traces of having been blistered.

To leave no tea unpruned and to do no top-pruning (skiffing).

To attempt heavy pruning with caution and to restrict the area as far as possible. It might be done comparatively early to get some growth in spring before the blight may appear.

* On the 25th of December the President sent me two fresh, blistered tea leaves. Both conidia (two-celled spores) and basidiospores (one-celled spores) were present and both germinated readily, when placed on a moist glass slide. There seems to be no question that the blight lives on in a state of reduced vigour through the cold weather. This renders carefulness during pruning of the utmost importance.

To burn all prunings or at least those from affected blocks or to bury them in the bottom of trenches under at least 1½ feet of earth.

To have a responsible assistant go carefully over every block to see that affected stems and leaves were left neither on the bushes nor exposed on the ground.

To begin pruning early in the cold weather and to cultivate soon afterwards in order that any blighted leaves or twigs on the ground might be forked in.

A strenuous effort should be made in every garden in the whole district. Success in exterminating the blight depends on whole-hearted co-operation.

If blister blight should appear on a bush at the beginning of the season of 1910, pick off the blistered leaves at once and spray this and surrounding bushes with Bordeaux Mixture and this may be done till the early rains come.

In seed-beds, new extension and heavy pruning, where the damage from blister blight may be considerable, be prepared to expend money on repeated application of blight remedies should the blight appear. The benefit in each case would more than pay for the cost of treatment. Jungle trees near tea might be thinned and branches lopped off shade trees that have become too dense.

With such treatment this cold weather there is reason to hope that the blight will be thoroughly checked, if not completely eradicated from the tea.

Publications dealing with Blister Blight.

1. Watt, G. "Pests and Blights of the Tea Plant." 1898.
2. Massee, G. "Tea Blights." *Kew Gardens Bulletin.* 1898.
3. Watt, G., and Mann., H. H. "Pests and Blights of the Tea Plant". Second Edition, 1898.
4. Mann, H. H. "The Blister Blight of Tea". *Ind. Tea Assoc., Bull. 3,* 1906.

PLATE II.

FIG. 1.—Shoot of Tea showing the upper part bending over at the affected spot on the stem.

FIG. 2.—Upper side of a blistered leaf showing the concave spots. From a photograph.

FIG. 3.—Under side of a blistered leaf showing the convex spore-covered surface. From a photograph.

PLATE II.

Fig. 1.

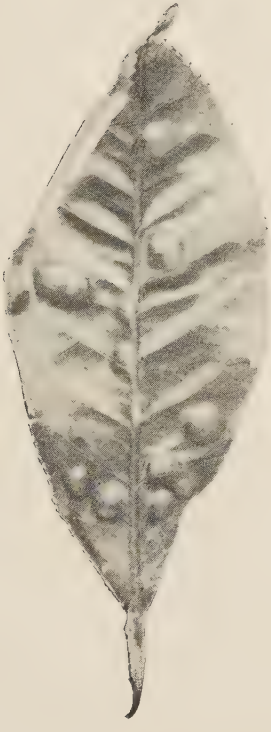


Fig. 2.

Fig. 3.

Blister Blight of Tea.
(Exobasidium vexans. Massee.)

PLATE III.

Tea bush affected by Blister Blight. From a photograph by Mr. Claud Bald, Tukvar. The surrounding bushes have been blocked from the back-ground.

PLATE III.

Tea Bush affected by Blister Blight.

PLATE IV.

Exobasidium on kharani (Symplocos Theæfolia D. Don).

PLATE IV.

Exobasidium on Symplocos Theæfolia.

PLATE V.

FIG. 1.—Transverse section through part of a leaf of Tea with a young blister. ×200.

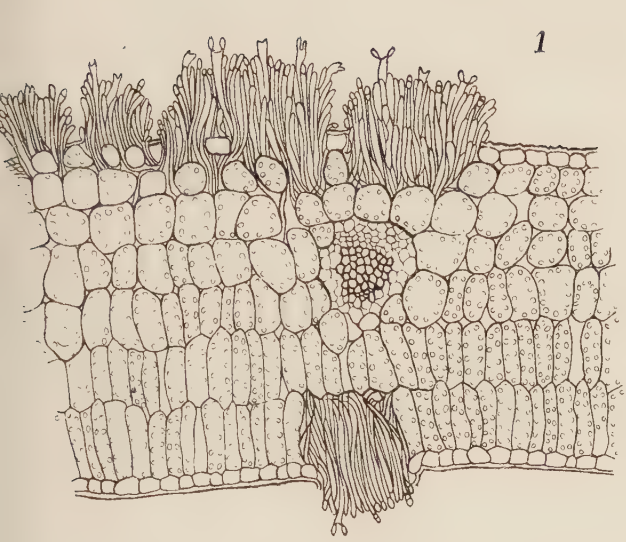
FIGS. 2 and 3.—Germ tubes from conidia entering the stomata. ×800.

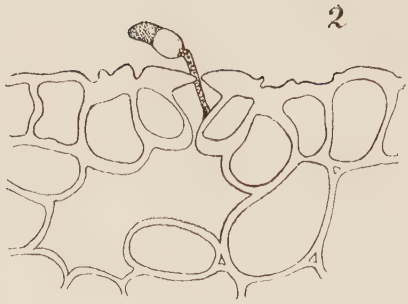
FIG. 4.—Under surface of leaf of Tea with hyphæ entering a stoma. ×610.

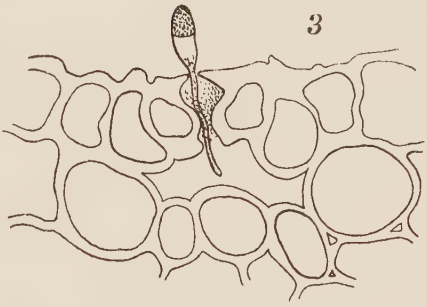
FIG. 5.—Section showing hyphæ approaching a stoma. ×610.

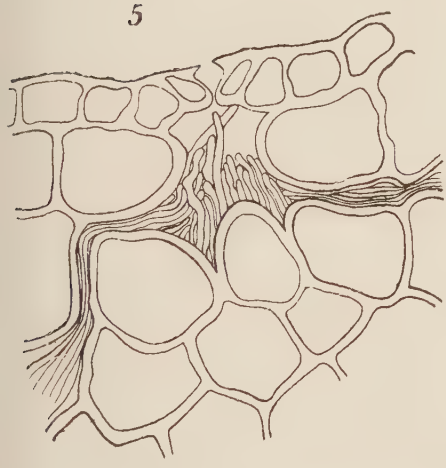
FIG. 6.—Same showing stoma being burst. ×610.

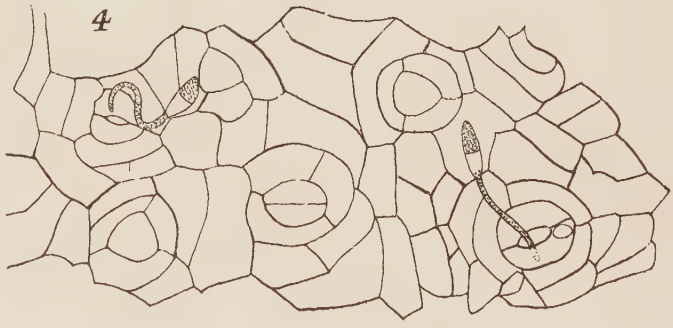
FIG. 7.—Section showing hyphæ bursting the epidermis not under a stoma, and the isolation of the cells of the host plant by the mass of hyphæ. 610.

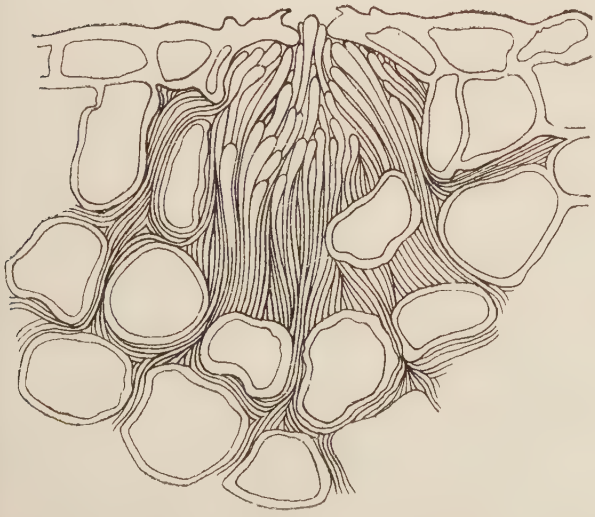










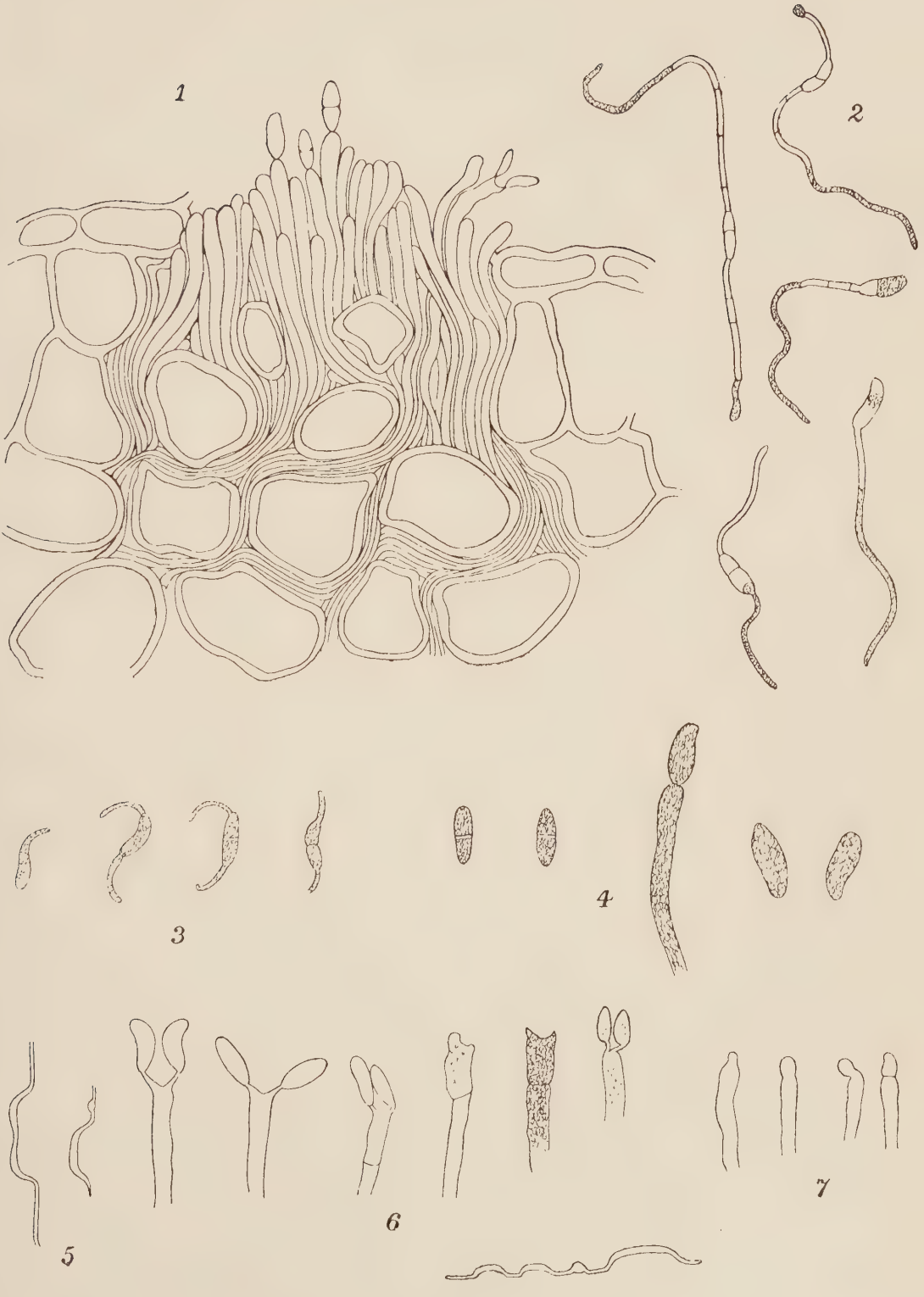


EXOBASIDIUM VEXANS.

PLATE VI.

FIG. 1.—Transverse section through a part of a young blister. ×610.
FIGS. 2 and 3.—Germinating conidia. ×610.
FIG. 4.—Conidia. ×610 and ×800.
FIG. 5.—Section of leaves showing the depth of the blisters.
FIG. 6.—Basidia bearing basidiospores. ×800.
FIG. 7.—Formation of conidium. ×610.

PLATE VI.



Exobasidium Vexans.

CALCUTTA
SUPERINTENDENT GOVERNMENT PRINTING, INDIA
8, HASTINGS STREET

APRIL, 1907.] BOTANICAL SERIES. VOL. I, NO. 6.

MEMOIRS OF THE DEPARTMENT OF AGRICULTURE IN INDIA.

CEPHALEUROS VIRESCENS, KUNZE: THE 'RED RUST' OF TEA.

BY

HAROLD H. MANN, D.SC., F.L.S.,

Scientific Officer to the Indian Tea Association,

AND

C. M. HUTCHINSON, B.A.,

Assistant Scientific Officer to the Indian Tea Association.

AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE, PUSA.

PRINTED BY THACKER, SPINK & CO., CALCUTTA.

CALCUTTA :
PRINTED BY THACKER, SPINK AND CO.

CONTENTS.

		Page.
I.	Historical	1
	Introduction	1
	The disease in Assam	2
	The alga causing the disease	4
II.	The general effect of *CEPHALEUROS VIRESCENS* on the tea plants	7
III.	Description and life history of *CEPHALEUROS VIRESCENS* as occurring on tea leaves	10
IV.	Description and life history of *CEPHALEUROS VIRESCENS* as occurring on tea stems	14
	Reproductive mechanism of the alga	14
	Checks on the spread of the disease	15
	Methods of spread of the disease	17
	Causes leading to susceptibility to the disease	21
	The alga on the coats of tea seed	25
	Summary	26
V.	Practical treatment of the blight	28
VI.	Conclusion	34
	Bibliography	35

CEPHALEUROS VIRESCENS, KUNZE: THE 'RED RUST' OF TEA.

BY HAROLD H. MANN, D.SC.,

Scientific Officer to the Indian Tea Association,

AND

C. M. HUTCHINSON, B.A.,

Assistant Scientific Officer to the Indian Tea Association.

1. HISTORICAL.

THE comparative rarity of algæ which do serious damage to plants of any sort renders the few cases in which they do occur of considerable interest. Hitherto no entophytic or parasitic alga has been described which can be considered as a serious blight on a cultivated crop with the solitary exception of that with which the present paper deals.* In this instance, however, there is no doubt that the so-called 'Red Rust' of tea, caused by the alga *Cephaleuros virescens, Kunze,* is the most serious blight of cryptogamic origin to which this plant is subject in North-East India, and it is one whose seriousness is now being recognized by planters all over this part of the country. We have dealt with this blight from a practical point of view in two publications issued in 1901 and 1904 respectively, but hitherto no technical account has been published concerning our investigations.

* E. J. Butler has recently, however, called attention to the serious damage being done by *Cephaleuros virescens,* as a stem blight, to mango trees in the Malda district of Bengal. See *Proceedings of the Board of Agriculture for India, 1906.*

The present paper is designed to fill this gap, and it forms a résumé of our observations and experiments from 1901 to the present year.

The Disease in Assam.

The result of the presence of this alga, as a blight of tea, began to attract local attention about 1880. It was then termed *white blight* because of the peculiarity that leaves on shoots invaded by it were noticed to become variegated, and in a few cases quite white. But the interest in the matter was purely local, and the noticeable damage was not serious enough for the opinion of any specialist to be obtained.

During 1889 samples of tea twigs attacked by disease in the Nowgong district, Assam, were submitted to King and Cunningham, and were determined by the latter as being attacked by *Cephaleuros virescens, Kunze.* Cunningham wrote a very interesting account of the subject,* but it was evidently looked upon as a curiosity, and the recommendation given to uproot and burn all affected plants can only be explained as a possible one on this supposition. His description of the manner of action of the disease is, however, extremely exact, and represents precisely the process which is now going on on very many tea shoots in almost all the tea districts in India.

Shortly after this time (in 1895) Dr. (now Sir George) Watt made a rapid but extremely productive tour through the tea districts of Assam, and found the disease caused by this algal parasite much more widespread than had previously been imagined. He noticed it, for example, over the whole of Nowgong (Assam), and with regard to its distribution he stated as follows :—

"I have no direct evidence that it occurs as a dangerous tea blight in any other locality than Assam, and even in Assam it is most erratic. I found it in two adjacent gardens in the Nazira

* Bark Blight caused by *Cephaleuros virescens*, Kunze. Scientific Memoirs by Medical officers of the Army in India, Part X. 1897.

section of Sibsagar, in half a dozen or more gardens within a compact section of Nowgong, and in two or three gardens in Tezpur. The Nazira gardens in question might be spoken of as suffering from defective drainage. The Nowgong hills probably give to the tract of country below them a considerably different climatic condition to what prevails above them (namely, in Sibsagar and Dibrugarh), but that difference can hardly be accepted as sufficient reason for the prevalence of the blight in Nowgong, nor for its absence from Dibrugarh and practically also in Sibsagar. The report of its occurrence in Dibrugarh is, I believe, due to a garden in that district being under the management of a Company that has its head-quarters in Nowgong. Certain letters, having been issued by the manager during inspection duty in Dibrugarh, gave the reputation of the blight being found in that district. But if excessive rainfall, high humidity, and even occasional inundation be viewed as circumstances likely to favour the appearance and distribution of this blight, it might naturally be looked for in North Lakhimpur and the gardens of the North Bank generally, but to the best of my knowledge it nowhere occurs until on descending the valley the latitude of Tezpur and Nowgong is reached. It is thus significant that this blight should be confined to the portion of the Assam Valley indicated. Whether or not it exists still lower down, for example in Gauhati, Mangaldai and Goalpara, I am unable to say, but the restricted nature of its present distribution is certainly highly significant."

Watt did not add to our knowledge of the disease itself, and in his report practically reproduced Cunningham's conclusions.

In this state our knowledge of the blight remained until, in 1901, owing to an extremely serious visitation of the disease in Nowgong (Assam) one of the authors (H. H. M.) was deputed to devote time to a special inquiry into its nature and the means for combating it. Since that time it has been under almost continuous observation.

The alga causing the Disease.

*Cephaleuros virescens, Kunze,** which causes the serious disease with which we are dealing, belongs to a group of air-growing algæ whose classification and general systematic position has given rise to considerable difficulty. Originally arranged with fungi and lichens, their algal nature was only recognized by Agardh (*Systema algarum*, 1824), and his classification has been adhered to by all workers since his time. The group, in spite of a large amount of work being done, remained in hopeless confusion until 1891, when the relations of its members were very completely worked out by G. Karsten.†

He placed all the algæ "living in air, characterized by the possession of hæmatochrom, and formed of rapidly growing, more or less ramifying cellular threads, with or without a covering of hairs" in the family of *Chroolepidæ*. This family is subdivided into four genera—*Trentepohlia*, *Chroolepus*, *Phycopeltis*, and *Cephaleuros*—of which the last only has any special interest in the present connection. None of the members of the other genera are known to be definitely parasitic.

The genus *Cephaleuros* was characterized by Karsten as possessing (*a*) a cellular disk with one or several layers of cells, (*b*) cellular threads growing in the upper layers, terminating either in a point as hairs, or in a swollen cell into which a number of "neck" cells are inserted, each carrying a sporangium head,—the so-called 'haken-sporangia.' In one case the 'haken-sporangia' are borne on 'neck' cells arising from the side of the cellular hairs.

---

* Some confusion has arisen as to the proper botanical name to use for this alga. *Cephaleuros virescens* was used by Kunze in 1829 for an alga he described from Guiana, but his description is hardly sufficiently detailed to be *quite* certain that we are dealing here with the same alga, and his type specimens have disappeared. On this account Karsten in 1891 gave it the new name *Cephaleuros mycoidea* and published an exact description. We cannot think that the reasons given by Karsten are sufficient to justify the abandonment of the older name, and accordingly retain it here. In doing so we have the support of Professor Delacroix of Paris.

† Untersuchungen über die Familie der Chroolepiden. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, Vol. X., 1891.

The genus thus described has now been shown to be, in several of its members, parasitic or at least entophytic on a number of plants, but in all cases of which an account has yet been published, other than the 'Red Rust' of tea, the leaf has been the point of attack. Thus, for instance, as long ago as 1877, Cunningham considered that his *Mycoidea parasitica** (now known as *Cephaleuros virescens*) was distinctly entophytic on most leaves on which he examined it. These included mango, rhododendron, ferns, crotons, and tea leaves from the Kumaon hills. He described it as a "destructive blight on plants of *Camellia japonica*." Since that time the entophytic character of the alga in the majority of the cases described by Cunningham has been doubted by Marshall Ward,† who stated that he had never seen the rhizoids from the alga breaking into the leaf. It is most probable that Ward was, in general, correct in his criticism and that though the growth of the algal patch may lead to the death of the portion of the leaf covered by the algal thallus, yet no actual penetration takes place in most of the cases examined at that time by Cunningham. This was made very clear by the subsequent investigations of Karsten (*l. c.*).

But though the original cases cited by Cunningham of leaf parasitism on the part of *Cephaleuros* were probably not true cases of this, yet he himself was able, a little later, to point out what was an undoubted case of penetration of the leaf on another plant by the same alga.‡ It is one which can be commonly seen in the Botanical Gardens, Calcutta, where we ourselves have observed the appearance Cunningham describes on the leaves of *Cinnamomum iners, Reinw.* Here the leaves are completely pierced by the algal cells, and fertile fructifications appear both on the upper and under surfaces.

---

* On *Mycoidea parasitica*, a new genus of parasitic algæ, by D. D. Cunningham, Trans. Linn. Soc., Vol. I. (2nd series), Botany, 1880.

† On the structure, development, and life history of a tropical epiphyllous lichen by H. Marshall Ward, Trans. Linn. Soc., Vol. II. (2nd series), Botany, 1883.

‡ On an entophytic alga occurring in the leaves of *Limnanthemum indicum*, with notes on a peculiarly parasitic variety of *Mycoidea*. Scientific Memoirs of Medical Officers of the Army in India, Part III. (1887).

Since that time other similar cases of entophytism by algæ of the same genus have been pointed out by Karsten (*l. c.*). He described a species, *Cephaleuros parasiticus, Karsten*, distinctly entophytic on *Calathea metallica*, and also on *Pandanus* leaves, and another, *Cephaleuros minimus, Karsten*, which similarly attacks *Zizyphus jujuba*, and is very destructive to its foliage.

The form in which it attacks tea as a serious blight is, however, of a totally different character, and in this case the young, woody shoots, and not the leaves, are the seat of and are killed by the disease. It will be seen that if this occurs in any abundance over an extended area, the results will be exceedingly serious. As a matter of fact, it *does* occur over practically the whole of the plains districts of North-East India, though with a very varying severity, and there are very few tea estates on which careful examination at the proper season of the year would not reveal its presence. We have quoted Watt's description of its apparently restricted distribution in his time, but it seems most likely that his tour took him over the ground at a season when the alga was not fruiting on the stem and was hence invisible to a naked-eye observer, and not that it was at that time absent from the districts in which he did not detect it. At present, at any rate, there is no doubt of its existence, whenever the condition of the tea bushes is such as to favour its presence, in very serious proportion, in every district of the Assam Valley, in Cachar, in Sylhet, in Chittagong, in the Duars (Jalpaiguri), in the Darjeeling Terai and in the lower Darjeeling hill districts. It was the recognition of the widespread distribution of the blight in serious amount which led to the detailed investigations of the life history and habits of growth of the alga, with special reference to the conditions favourable to its development, reproduction and distribution, described in the present paper. Though the disease has been under almost continuous observations since 1901, the principal experimental work was done in Nowgong (Assam) in 1904.

II.

THE GENERAL EFFECT OF CEPHALEUROS VIRESCENS ON THE TEA PLANT.

Red Rust occurs on the tea bush, as already indicated, in two easily recognizable forms, distinguished by their situation respectively on the surface of the leaf and in the cortical tissues of the stem; the former is usually an epiphyllous development, and has been fully described by Cunningham, Marshall Ward, and Karsten (*l.c.*) as observed by them on various host plants. There can be no doubt that the alga found on the tea leaf corresponds in form, manner of vegetable growth and of reproduction with the one to which the name *Cephaleuros mycoidea* was supplied by Karsten, but for which that of *Cephaleuros virescens, Kunze,* has been retained by former observers.

This leaf form can be found in fructification on tea leaves in any estate at any time of the year. It has little direct agricultural importance, except as a source from which the more serious stem infection is derived. (See Plate III, Fig. 2.)

During the months December to March practically all the leaf-bearing tea in North-East India is pruned, the usual method being to cut off the previous year's growth, leaving from one to four inches of new wood. At this time the alga, in whatever quantity it may be present, can never be seen in fructification on the new wood thus left in pruning, though an occasional patch, irregular in shape, may be seen on the older wood of the plant. This condition of things remains unchanged until the end of March or April, when, generally after the first heavy rain of the season, in a district badly affected by the blight, the small remains of the previous year's wood not cut off in pruning, suddenly take on a red colour in isolated patches of quite irregular shape, the red colour

being simply due to the appearance of multitudes of the fructifying cellular hairs, carrying the sporangia characteristic of this genus of algæ. This is usually the first sign of the disease which is apparent to a casual observer, though previously it might have been noticed that the new shoots which had grown from the pruned stems in such cases had shown a lack of vigour and a tendency to cease growing (technically 'to become *banjhi*') which ought not to be found at that season of the year. As a matter of fact, as we shall show later, there is every probability that the infection has taken place in the previous rainy season (July—October or November) and that the fructifications seen in April and May are really the last stage in the life history of the alga on a dying stem.

Following, or sometimes preceding, the appearance of the red fructifying patches of alga on the stem of the bushes, the leaves on many of the shoots which have become '*banjhi*' rapidly become chlorosed more or less completely. Hence the name '*white blight*' or '*leprosy*' formerly given to the disease. As a rule, the appearance of these chlorosed leaves is followed by the death of the shoot on which they occur, and it is comparatively rare that a shoot which bears algal patches in any quantity is able to recover. In case they do so, the signs remain on the stem as a patch up to about three-quarters of an inch in diameter, with several vertical cracks, and surrounded by a black edge, the appearance of the whole being very characteristic. (See Plate I.)

Though the actual fructifying of the alga is by far the most general from April to June, yet from this time to the end of the year shoots may be found to bear patches covered with fruiting filaments which are quite fertile, and their presence has the usual effect,—either the death of the shoot or its absolute refusal to grow.

The appearance we have just described occurs principally on stems during their second year of growth, that is to say, on such stems as have been produced in the previous season. But similar patches may and do occur on the older wood of the bushes, and even sometimes on the main stem. Under these

circumstances the alga seems usually unable to produce the same serious effect, and the shoots do not die beyond the algal patch, as is sooner or later the case when it is found on second year's wood.

The number of fruiting patches of alga becomes smaller as the season progresses from June onward, until by November it is usually difficult to find such a patch. At this season, however, in bad attacks, the bushes will often be found to be surrounded by a ring of dead twigs, and to have a certain number of dead twigs throughout, while a few of the stronger shoots in the centre of the bush have alone been able to throw off the blight, and consequently they are the only part of the plant which is growing vigorously. This appearance, coupled with a general aspect of hollowness about the bushes, due to the death of most of the smaller shoots, and the yellow unhealthy colour of most of the leaves, renders the recognition of a tea bush which has undergone an attack quite an easy matter after a little experience, even in the absence of any red patches on the stem whatever. (See Plate II.)

A bush attacked in the manner described is often, if not usually, still worse in the following season, and the ultimate result, if the disease be not checked, is first a continual reduction in its size at each pruning, and ultimately its death. The disease is thus a chronic one. The result in any particular season is the death of a smaller or larger number of young shoots chiefly on the margins of the bushes ; the continual repetition of this process leads ultimately to the death of the bushes themselves, though this stage is not usually reached until after quite a number of years. (See Plate III, Fig. 1.)

III.

DESCRIPTION AND LIFE HISTORY OF CEPHALEUROS VIRESCENS AS OCCURRING ON TEA LEAVES.

The alga occurs as orange yellow roughly circular patches on the upper surface of the tea leaf (see Plate III, Fig. 2); this rounded form of the thallus appears to be characteristic of the development on this host, and is rarely departed from; on other shrubs and trees the growth is irregular and frequently branched or stellate. The position of the thallus on the leaf does not appear to be regulated by any law beyond that which confines the original growth to the upper surface; patches of alga may be found indifferently on any part of the leaf from the midrib to the periphery; on the other hand, none have been observed on the petiole and only exceptionally on the under surface. The size of a patch varies up to about one centimetre in diameter. These patches, under close examination, are seen to be covered by a dense mass of delicate erect filaments, surmounted in most cases by sporangia, the '*haken-sporangia*' of Karsten. The orange-red colouring of these erect filaments is characteristic of this family. Under higher magnification the basal portion of the thallus is seen to be composed of cells arranged radially round the point of origin; a vertical section shows more than one such layer, the greatest thickness being in the centre

Sections including the host tissues (Plate IV) in normal cases show the algal thallus to be confined to the surface of the leaf, although sometimes partially embedded in the cuticle. The epidermal cells and the palisade parenchyma immediately below the alga are generally discoloured and dead, although this is not invariably the case. The palisade cells affected in this manner

frequently show sub-division by transverse septa as the result of induced meristem formation. Marshall Ward was of opinion that this was possibly due to the action of the algal thallus in absorbing most of the light which would normally reach the sub-epidermal cells, and by this shading effect setting up excessive vegetative growth beyond the power of the neighbouring tissues to support. Such absorption would depend on the presence of the highly coloured hæmatochrom in the algal cells, but similar discolouration and death of the tissues of the host plant are found below immature algal patches which have not yet developed such highly coloured cell contents. On the other hand, many sections show apparently unaffected tissues below fully matured patches of alga. Whatever therefore be the cause of the formation of corky tissue underneath an algal patch, it can hardly be explained on Marshall Ward's supposition.

Vertical sections of the algal thallus and the tea leaf supporting it show varying stages of penetration by the alga. The germinated spore seems to possess the power of embedding itself firmly in the cuticle of the leaf, and as soon as active vegetative growth begins, the algal cells in many cases are found pushing their way beneath the cuticle as well as above it. The epidermal and sub-epidermal cells rapidly show the influence of the superincumbent algal patch, those nearest the latter are generally killed, and their brown tissues are characteristic features of such sections. The algal cells are sometimes difficult to distinguish from those of the host. Unlike the green cells figured by Cunningham (*l.c.*) in sections of the leaf of *Camellia japonica* showing penetration by the alga, those under the cuticle of the leaf of *Camellia thea*, so far as our examination of many specimens has shown, are almost invariably orange yellow, due to hæmatochrom, and are extremely rarely green. This is unlike what we have found in section of diseased stems, where the reverse is generally the case.

During the earlier months of the year, and in fact up to August, the penetration just described seems to be in normal seasons, the maximum occurring on the tea leaf in Assam. Later in the season, and earlier too if the atmosphere is kept moist by

abundance of rain, however, many algal patches are found penetrating the lamina and producing a corresponding growth on the under surface of the leaf.* When this occurs, the algal patch on the upper leaf surface generally exhibits an annular formation. Both the fertile and infertile hairs are missing in the centre, which is occupied by the dead cells of the original thallus, generally including a few reproductive cells—the '*Kugel-sporangia*' of Karsten,—and also adventitious fungal hyphæ and spores. Many of the cells are filled with air, which gives them a lustrous white appearance apt to be mistaken at a casual glance for a lichenous growth. This white shiny condition also occurs on the outer edges of the circle and in many completely dried up algal patches.

On the lower leaf surface the algal cells which penetrate the lamina generally do so immediately below the centre of the ring above, and produce their reproductive filaments in this position (see Plate V). Further development on the under surface seems to depend on the vitality of the tissues of the host. On mature and consequently thick leaves sufficient nourishment is provided by the surviving parenchymatous tissue to allow of the extended growth of the alga, which may eventually attain the same dimensions on both surfaces of the leaf, although this does not occur simultaneously. Finally, the fertile hairs lose their terminal sporangia and cell contents, and the dead thallus remains as a crater-shaped depression surrounded by an elevated ring of black material, which microscopical sections show to consist of the intermingled dead cells of the parasite and its host.

The death of the alga is sometimes brought about more rapidly by its invasion by fungal hyphæ either growing on the neighbouring leaf surface or originating from spores entangled in the hairs of the thallus, forming an apparently compound organism which has been styled a lichen. This has been said also by Marshall Ward to be the result of the symbiosis of alga and fungus, but our observations have led to doubt profoundly the

* We have occasionally noticed this penetration also in the earlier part of the season (1907), especially when the amount of rain has been abnormal.

symbiotic character of the relationship. The modified character of the gonidial cells of the fungus to which he draws attention is not usually very much in evidence. We believe, in fact, that the fungus is from the first the enemy of the alga, and the death of the latter or at any rate the cessation of its vegetative growth undoubtedly takes place very shortly after the fungus invasion, and very much earlier than would otherwise be the case.

The position of leaves carrying algal patches on tea bushes does not seem to bear any relation either to light, shade, free access of air or rain-water, age of bush, nor situation of the latter with regard to other bushes or trees, nor does the healthiness of a bush render it even partially immune from leaf infection, except in so far as the greater number of actively growing *young* shoots and leaves on which the algal patches have not had time to come to maturity lends an appearance of freedom from the blight to the more vigorous individuals.

The importance of the form of *Cephaleuros virescens* occurring on the leaf from an economic point of view lies solely in the fact that it is one of the sources of infection of the stems by the destructive entophytic form on the stem. This fact, ascertained by actual experiment (*vide* infra page 18), would make it seem expedient, at first sight, to destroy all leaves carrying algal patches. Unfortunately, however, owing to the immense numbers of such leaves, this method of dealing with the blight is quite impracticable. In districts where the disease is serious, and indeed in some where it is not important as a stem blight, it may safely be said that on fifty per cent. of the bushes, infected leaves may be found at one time or another during the year, besides being very common in the jungle. Thus any attempt to exterminate the blight by destroying this source of infection is impracticable.

IV.

DESCRIPTION AND LIFE HISTORY OF CEPHALEUROS VIRESCENS AS OCCURRING ON THE TEA STEMS.

We have already sufficiently described the macroscopic appearances throughout the year occurring on a tea bush attacked with the cortical stem form of the alga under discussion. It remains for us to state what we have found of the means of dissemination, and of the actual effect produced on a tea stem which is attacked.

Reproductive mechanism of the alga.

In order to understand the means by which dissemination of the disease may take place, it is necessary to study the reproductive mechanism of the alga. At a certain stage of development of the thallus, special cells, either forming the termination of a radial series (*kugel-sporangia*) or occurring at the tip of cellular hairs rising from the thallus (*haken-sporangia*) undergo changes as a consequence of which their contents become aggregated forming spherical masses. Previous to this change the cell contents consisted of minute granules varying in colour from green to dark orange, the latter colour predominating and being due to the presence of hæmatochrom. The aggregations are, however, invariably dark reddish brown, this colour being characteristic of the ripe sporangium. When fully matured, the sporangia of either kind are ruptured on access of water, and the contents escape as actively motile bi-ciliated zoospores, which swim rapidly about in the water, coming to rest after a few minutes in any new situation to which their own motion or that of the water may have carried them. Here further re-arrangement of the contents of the zoospores takes place, accompanied by active

swarming motion and after periods of time, varying from a few minutes to several hours, these are set free by rupture of the enclosing membrane, the liberated spores being then free to germinate and so give rise to a new generation.

Checks on the Spread of the Disease.

Modifications of this series of events are of frequent occurrence and have a special interest in connection with the spread of the disease. Unripe immature sporangia in contact with water are ruptured very often in the same way as those which are fully mature. Numbers of such sporangia, both in the thallus itself and on the fertile hairs, the contents of which have not reached the stage of aggregation, are ruptured with dispersal of the contents. The same result frequently occurs with the terminal cells of infertile hairs, the contents of which exactly resemble those of immature sporangia, and when set free exhibit the same differentiation into minute granules and larger yellow oily drops.

Similarly, many of the zoospores set free from mature sporangia burst and liberate their contents before the further aggregation and maturation of the latter. This is frequently marked by the retention of the spores in an apparently gelatinous matrix which is extruded from the prematurely ruptured zoospore.

Now, if immature rupturing and liberation of the spores presupposes, as is highly probable, a corresponding failure in germination, we have here an important factor modifying the spread of the disease. Every shower of rain must find a certain percentage of immature sporangia which, although unripe, will lose their contents when wetted, thus lessening the number of zoospores which will ultimately germinate.

Although the diminution in the number of fertile zoospores brought about in this way may be inconsiderable, yet when we consider that every algal patch is liable to lose potential reproductive elements in a similar manner, it becomes obvious that the power of reproduction possessed by the alga will depend on its capacity to prevent by some means the premature dispersal of the contents of the sporangia. Now, one of the characteristics

of the fructifying algal patch of *Cephaleuros virescens*, whether existing on the leaf or the stem, is the remarkable way in which it resists attempts to wet it. Thus, rain may be falling many hours without the patches being at all affected. The same is the case when an attempt is made to spray a plant on which red rust exists. After a very thorough treatment with a fine spray of Bordeaux mixture or Sulphate of Copper solution, many of the algal patches will be found to be quite dry, and not only that, but also to remain living afterwards while those which the spray succeeded in wetting invariably died.

The difficulty of wetting the '*haken-sporangia*,' however, varies very much with the stage of development which they have reached. When very immature, the wetting appears to be easy ; when the development has gone further, the difficulty becomes considerably greater ; when quite ripe an apical pore is produced on the sporangium, and the slightest contact of this pore with water causes sufficient wetting to lead to the expulsion of the zoospores, though, even then, the sporangium itself is only wetted with difficulty.

This difficulty of wetting has a distinct relation to the prevalence of the alga on a tea estate. The tea plant possesses leaves with a hard coriaceous surface, which does not become easily wetted, or, if wetted, does not retain much water. In such an estate there is evidently present an enormously greater possibility of the ripening of sporangia than would be the case with an area of plants not possessing leaves with such a hard surface. Hence, the sources of further infection are also enormously increased and the chance of breaking down the resistance of the living tissues augmented, simply owing to the multiplicity of attacks.

We have confirmed an observation made by Cunningham, that the effect of excessive moisture is, in a large measure, to prevent the formation and maturation of spores, the vegetative activity being correspondingly increased. Our own experiments in artificial cultures tell in the same direction.

In these experiments, gelatin was dissolved, in sufficient quantity to make the solution set on cooling, in diluted tea leaf

juice, a small quantity of peptone being added, and 1 per cent. Citric Acid, and the whole spread in thin layers on the inner surface of test-tubes duly stoppered with cotton wool, and inoculated with mature sporangium heads, from a patch of alga on a tea leaf. Under these circumstances the alga was grown very successfully, the formation of the disk taking a perfectly normal course, but in the moist atmosphere of the culture medium and culture tube, no reproductive apparatus whatever was produced. A similar culture was made later on agar-agar, with the same result, but the culture was not so successful.

Still another cause exists preventing excessive reproduction. The time during which the '*haken-sporangia*' remain ripe and capable of producing zoospores is very limited, amounting as a rule to only a few days. After this they take on a darker colour, perfectly recognizable to the eye, and then cease to respond to the addition of water. Hence it is obvious that unless rain or dew or watering of some kind occurs during the short period when the sporangia are capable of reproduction, their capacity for disseminating the disease is lost.

In summary, it may, therefore, be said that the spread of the alga is kept in check by several means. The first is connected with the difficulty of wetting the algal patch and the sporangia and so not allowing the emergence of zoospores during the time these are in a suitable condition. This fact may, of course, as we have indicated, tell also in the opposite direction by preventing the rupture of immature sporangia. Again, excessive moisture leads to the production of few reproductive organs, or even of none, and so limits the spread of the disease during the height of the rainy season. And, thirdly, the length of time during which any particular sporangium head is capable of producing zoospores in contact with water is short, not exceeding a very few days.

Methods of Spread of the Disease.

It has been usually stated that algæ of the present type can only be originated by means of water-borne spores, and it has

hence been imagined that the wind could have no share in their dissemination. With the former statement our results are in entire agreement, but nevertheless there remains no doubt that the wind is a very important factor in bringing the alga to the spot where the spores are to germinate.

The fact of the spread of this blight by water is proved completely by our experiments. Early in June 1904 certain bushes were set apart for inoculation experiments, and were kept under daily observation until September of the same year. In these attempts were made to transfer the disease (1) from leaf to leaf, (2) from leaf to stem, (3) from stem to stem, (4) from stem to leaf. In experiments (1) and (2) worsted threads were passed through algal patches on leaves bearing the blight, and led over the surface of healthy leaves (1), or stems (2), and water was allowed to drip at intervals from the threads which were kept moist by capillary attraction. This water-supply was kept up for three hours daily for the first month, after which it was discontinued. The bushes were kept under cover in a north verandah, rain only reaching them very occasionally. In Experiment (3), water was allowed, in a similar manner, to drip over a stem carrying the fertile hairs of the alga and to pass down the stem of a healthy plant; the algal hairs on the infected stem were kept in contact with the healthy stem, water passing between the two and subsequently down the stem of the uninfected bush. In Experiment (4) water was led from an infected stem and allowed to drip on to a series of healthy leaves. In Experiments (1) and (2) attempts were made to establish control areas by protecting parts of the leaf and stem from contact with the infected water stream. This was effected by painting lines of vaseline parallel to the normal direction of the flow of the water. In all, eight bushes were utilized for these experiments, two being under each class of treatment. All were just over two years old.

We may at once say that no infection resulted in Experiments (3) and (4), and at present we are unable to offer any reason for the failure, but from microscopic observation we do not believe it to be due to any lack of germinating capacity in the

spores produced on the stem. Experiments (1) and (2) were, however, eminently successful in the sense that infection and normal growth resulted in each case. Five weeks after commencing the experiments, minute patches were observable on the previously healthy leaf surface in Experiment (1); eleven days later the most forward of these were removed for examination. The stage of development is shown in Fig. 1. Hæmatochrom was

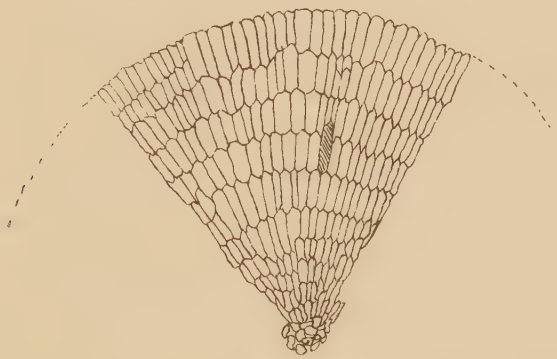


FIG. 1. PORTION OF ALGAL PATCH ON LEAF ELEVEN DAYS AFTER BECOMING VISIBLE ($\frac{1}{12}$" oil immersion).

apparently absent or nearly so, nor were there at this stage any signs of reproductive organs. Six leaves were under treatment, and on four of these algal patches were found. On one of the four leaves, algal patches were developed within the control area, possibly by infection from outside sources.

In Experiment (2), *i.e.*, infection from leaf to stem, the results were naturally more difficult to observe, and no patches with cellular hairs, the usual external evidence of the presence of the alga below the bark, were actually found, but its existence in the artificially infected stems was proved by examination of numerous sections of the latter. Most of the sections in which algal cells were found showed them growing in crevices of the bark and evidently pushing their way inwards in an attempt to reach the deeper seated tissues (Plate VI).

It is thus evident that the disease may be spread from leaf to leaf, and from leaf to stem by means of the zoospores carried

in a gentle current of water. And a large amount of infection does probably take place in this manner. But the position of the alga on the tea bush, both on the leaves and stems, precludes the idea that it is the only means of spreading the disease. It is equally certain that the zoospores, as such, cannot be carried by the wind, as when they are once dried up, we have never been able to cause them to germinate again.

But on examination of an algal patch in fructification, the presence of a considerable number of cellular hairs with the sporangium heads obviously broken off will be noticed, and the ease with which this breaking off occurs is evidenced by the extreme difficulty we have had in getting sections showing the cellular hair and sporangium head together. Now, examination of the surfaces of numerous leaves, themselves free from algal patches, shows the presence of innumerable foreign bodies, mostly of fungal origin, but amongst these may occasionally be found the empty '*haken-sporangia*,' already detached from their original supporting filaments. A collection of extraordinary variety can be made on leaves *in situ* by lightly smearing the surface with vaseline.

Now, free sporangia have been observed to germinate on addition of water forty-eight hours after they have been separated from the thallus. The chain of evidence, therefore, seems practically complete. The sporangia are easily broken off from their supporting filaments : when thus broken off, they retain their germinating capacity for at least forty-eight hours ; they are, when broken off, readily carried by the wind to new surfaces, and can there germinate and produce new colonies. We have never been fortunate enough to observe completely mature sporangia separated from their parent thallus, and situated on the surface of a tea leaf, yet we have seen many in such situations whose cell contents were in an advanced state of aggregation.

It seems possible also that an already germinated sporangium may still be the means of carrying infection by wind in the following manner. In many cases the zoospores on escaping from the parent sporangium leave some of their numbers behind, which swim round and round, but seem unable to effect an exit. In a

large number of our preparations, germinating spores of the second generation (*i.e.*, spores produced by aggregation of the contents of the original zoospore) are found confined in the otherwise empty sporangia. Thus a sporangium, already wetted, but still retaining some zoospores, and water, is quite capable of carrying infection to a new place. We have no evidence, however, that this is the case, other than that just cited.

We have then two methods by which sporangia may initiate infection on any fresh site. Water, the natural vehicle of the liberated zoospore, cannot raise the latter above its original elevation, but otherwise may possibly be the effective agent of spread. But wind carrying the sporangium as a whole, either ungerminated or already germinated and still containing zoospores and water, will take it to a position to which it could never attain by water carriage only.

Causes leading to Susceptibility to the Disease.

It has been already stated that considered as a bark blight, *Cephaleuros virescens* is chiefly, though not exclusively, found on the young stems which grew in the year previous to that in which the fructifications appear. The infection must hence take place while the shoot is still young and either in the green herbaceous stage, or in that of tissue freshly covered with bark. Now, we have never found patches of alga on the young green shoot, which seems, in fact, to be unsuitable for its development. The same may be said of the outermost surface of the stem which has just formed a definite bark. Most of the sections of the stem in which algal patches were found to be present, showed them growing *in crevices of the bark*. This led to the conclusion that one of the principal causes which makes the tea plant particularly susceptible to stem attack by this alga is the irregular character of the surface of the young wood. The rough surface of this is eminently calculated to arrest the progress of spores carried down the bush by rain-water, or sporangia carried by wind, and subsequently to afford suitable sites for their germination. We have, however, not actually hitherto found sporangia in such positions. Plate

VII, Figs. 1 and 2, shows the rough irregular surface of the shoots during the first year of growth, as contrasted with the comparatively smooth bark formed later, and Plate VI, Fig. 1, a section of such wood, shows the lacunæ existing in the surface layer. It is in these lacunæ that the young algal patches are chiefly, if not entirely, found, and of course they afford the chance of the alga reaching the food-bearing layers of the shoot much more quickly and easily than if penetration through the outer lignified tissue had to take place.

In a healthy shoot such lacunæ are rapidly filled up by the natural processes of growth, which include not only the formation of a series of bark layers by the phellogen, but also the throwing off of the earlier formed external layers by exfoliation. This method of growth would, of necessity, militate against the penetration of the alga into the internal tissues, and its subsequent establishment as a parasite. Indeed, the inference seems inevitable that the probable immunity of a shoot and consequently of the tea bushes generally against penetrative infection by *Cephaleuros virescens* is intimately connected with the relative rate of growth of the superficial tissues of the bark and the germinated algal spores. It is most probable that other factors, of which we have not got clear evidence at present, come into play in enabling the tissues to resist the attacks of the parasite. We can, however, be sure that any causes which delay the development of the bark, and hence the removal of a young algal patch by exfoliation, will increase the susceptibility of the bush to the blight. In other words, a luxuriant, strongly growing shoot is much less likely to be attacked by the disease than a less luxuriant and less vigorous one.

This is one of the most important points in the practical study of the question. Bushes otherwise unhealthy are much more susceptible to 'Red Rust' attack than others, and, in general, it may be said that lack of vigour and want of condition in the tea bush is the primary cause of the stem form of the blight.

The disease, originated on a more or less unhealthy bush in the manner we have described, generally becomes apparent (see

page 7) early in the year following the one during which infection took place. Bushes, the general unhealthiness of which may be indicated by the possession of weak and straggling shoots and leaves too light in colour or of a stunted character, are found, after the first showers of late April or early May, to bear on their stems the reddish patches which give the name of 'Red Rust' to this blight. These red patches, as has already been described, consist of the reproductive organs of the alga protruding through the bark in dense clusters (Fig. 2). These consist of delicate tubular

FIG. 2. APPEARANCE OF A PATCH OF *Cephaleuros* ON TEA STEM, IN THE FRUITING STAGE. (Enlarged and diagrammatic).

septate filaments, most of which, but by no means all, carry sporangial cells at their extremities (*haken-sporangia*). The other form of sporangia (*kugel-sporangia*) embodied in the mass of the thallus and so common on the epiphyllous form of the blight on the leaf, is never found in the parasitic growth now under discussion.

The portion of the alga concealed beneath the bark produces by its growth profound disruptive effects on the tissues of its host. Pushing its way among the cells below the bark, it sets up pressure, and hence irritation. The natural reaction of the shoot tissues to this irritation is the death of the cells in the neighbourhood of the latter. This forms a layer of dead cells intervening between the algal cell and the remaining tissues of the host (see Plate VI, Fig. 2). These may in some cases serve to cut off the supplies of

moisture and nourishment from the alga, and so prevent the rest of the shoot being involved. The success of this method of resistance depends upon (1) the rate of growth of the algal cells and whether they can spread past the resistant layer, and (2) whether the shoot itself is sufficiently vigorous to survive the loss of tissue involved, for remoter parts of the stem may be cut off from nourishment if the vascular food-carrying tissues are extensively involved. At any rate the result is the removal of successive layers of bark. Where this fails in throwing off the parasite, the result is merely a fresh growth of the alga in a deeper stratum and a further loss of cortical tissue, the ultimate result being, of course, the death of the shoot.

In an unhealthy or non-vigorous bush the thin straggling shoots, which are more common near the periphery, are the worst nourished, and, as might be expected, are the first to be attacked. Similarly, in unpruned bushes a large number of the young stems are liable to be thin and ill-developed owing to their great distance from the source of food supply. At the Heeleaka Experimental Station lines of bushes were left unpruned to mark the boundaries of the various plots under treatment : more than fifty per cent. of these bushes during the season 1906 have shown the characteristic symptoms of red rust, although plots on each side of the dividing line have been practically free from it.

It will be seen that although unhealthiness and lack of luxuriance in the bushes is the principal cause of a serious attack by the disease, yet the life history of *Cephaleuros virescens* being as we have described, there are other contributory causes. Owing to the presence of a large amount of the leaf form on the tea itself and on plants in and round the blocks in question, there *may* be an immense increase in the chances of infection. This point, however, can best be considered under the next section (V).

The presence of the stem form of this parasite is frequently indicated (see page 7), by the chlorosis of the leaves (Plate VIII), on the shoots involved. This effect is most marked early in the season, but may be seen at any period of the year.

In the earliest stages of its growth in the stem an algal patch

is, of course, of microscopic dimensions, but later it may spread up, down, and round the affected shoot, so that in aggravated cases the latter may be completely invested for several inches of its length. There is, in fact, no regularity of growth or limitation of size similar to that occurring with the epiphyllous form. When the shoot is invested with the patch of alga, it is invariably moribund, and frequently completely dead for some distance behind the point of infection. The further existence of the alga also terminates automatically only some time after the death of the host and some of its cells may then be found still retaining the green colouring matter which is such a curious characteristic of many of those living inside the tissues of its host.* It is quite possible that this continuance of life after the death of the host plant may indicate an absence of true parasitism, and that the alga only abstracts water from the host and interferes with the latter only by pressure. The facts at hand are, however, quite insufficient to decide the point.

Superficially the dead alga is represented by the dried up hairs, most of which have lost their terminal sporangia and coloured cell contents. Their air-filled cavities have a white appearance. The surface of the stem shows a slightly depressed scar due to loss of bark, surrounded by a blackened area consisting of the dead cells of the cortical tissues.

Vigorous shoots which have successfully resisted the algal invasion show similar scars, but of much smaller size (see Plate I). Their chlorosed leaves gradually regain their normal colour, and beyond the check on growth no further harm seems to be done.

The alga on the Coats of Tea Seed.

We have hitherto spoken of the epiphyllous form of *Cephaleuros virescens* occurring on the leaf and the entophytic form growing on the stem, but its extreme adaptability is shown by the

* The constant presence of chlorophyll in the deep seated cells of the parasitic form of *Cephaleuros virescens*, coupled with its absence, or at any rate its masking by hæmatochrom, in the cells in the surface growth on the leaves, is one of the curious observations made during the present study. We can suggest no explanation of the fact.

intermediate forms which we have noticed and examined on the coats of tea seed.

Here a great diversity of forms of the alga is found, ranging from the purely epiphytic to the decidedly entophytic condition, the former marked by the presence of *kugel-sporangia*, the latter by their absence. The various stages of the maturity of the seed show a corresponding series of developmental changes in the alga. In the earliest period of seed development, algal patches are found on the persisting flower carpels; these are purely epiphytic. Later on in the development of the seed, patches are found on the green seed coats, these also being at first epiphytic. As the seed ripens, the algal cells are found penetrating the superficial layers and taking on the characters of the cortical stem form, and as lignification of the tissues proceeds, a corresponding change takes place in the method of growth of the parasite, which is then found forcing its way among the cells along the lines of least resistance more or less parallel to the surface. Sections made at this stage may show a surface growth of the alga including both *haken-sporangia* and *kugel-sporangia*, whilst deeper down in the tissues are the layers of green coloured cells, characteristic of the stem form. We found the seed coats of tea particularly useful in providing specimens of the alga late in the season when the ordinary cortical form on the stem was difficult to obtain.

Summary.

We may now summarize the principal points with regard to the life-history of the alga which we have established.

(1) The blight is propagated from existing algal patches to either the leaf or the stem of a bush. Such propagation may take place by two methods. Either the zoospores, after expulsion from a sporangium, may be carried direct by water to the position where they will germinate and grow, or the sporangium as a whole may be carried (after breaking off from its supporting filament) by the wind to the position, whether on leaf or stem, where it is

to grow. Here it becomes wetted, and thus ruptured, the zoospores are expelled, and these germinate and grow as before.

(2) The attack of young tea stems is intimately connected with their rough surface, for all young algal patches found occur in the crevices of this surface.

(3) The disastrous effect of the alga on the stem of the tea plant depends for its effective development on whether it can penetrate the tissues more rapidly than these are removed by exfoliation. In other words, if the shoot is growing faster than the alga, the latter is removed and no permanent infection takes place; if, on the other hand, the shoot is, through want of vitality, growing slowly, the alga is able to penetrate and destroy it. There is, hence, a direct connection between the spread of the blight and want of vitality in the tea plants attacked.

V.

PRACTICAL TREATMENT OF THE BLIGHT.

Our investigation of the life-history of *Cephaleuros virescens*, the results of which have just been detailed, shows evidently that, considered as a tea blight, it is capable of attack from two points of view. We can either endeavour to increase the luxuriance of the plant, or we can try to diminish the chance of infection. Other methods have been tried but with very unsatisfactory results, and experiments we have made with some of them may now be described.

The earliest method practised by planters after the general recognition of the serious character of the blight was the cutting out with a pruning knife of all the wood, carrying patches as soon as the 'red rust' appeared in April and May. It is obvious from our description of the life-history of the alga given above that such treatment was not likely to have any effect, but experiments were nevertheless made on these lines in Nowgong in 1904. The bushes selected for the purpose were eighteen in number, and were all badly rusted. It was found exceedingly difficult to cut out all the rusty stems in the first place. A note made at the time by one of us (C. M. H.) was as follows :—'The cutting out was not satisfactory to my mind, as although the women employed removed all the obviously rusted stems, I was able to discover about an equal amount with my lens still remaining on the bush, which would not be removed in ordinary garden practice.' In spite of this exceedingly careful cutting out of the disease, eight days later seven bushes had again distinct signs of disease upon them, as evidenced by chlorosed leaves, and this state of things continued throughout the season. At the end of the year

there was not any additional new healthy growth as a result of the cutting, and the bushes were distinctly thinner. It was obvious, in fact, that no advantage had accrued from the treatment.

Another method which has been extensively employed is that of heavy-pruning or even collar-pruning (*i.e.*, cutting down to the ground) the tea. This has been done both in the regular pruning season and also in July. In both cases the method was not effective in ridding the bushes of the blight. Bushes cut down in Nowgong (Assam), in the cold weather of 1899-1900, were found seriously affected in 1901; in Sibsagar (Assam) bushes collar-pruned in 1902-03 were found with 'red rust' on them in 1904. Again, bushes cut down in July 1901 in the Tezpur district were by no means free two years later. In fact, our experience has been universally the same. Heavy-pruning of a rusty piece of tea, without other treatment, has invariably resulted in the production of rusty bushes again in the second year following the pruning.

Another suggestion was made by Watt in 1898 that a badly attacked plot should be fired in February or in March. Time, experience, and further investigation of the habits of the alga has proved this method also to be quite futile against the disease and harmful to the tea which has been treated.

Almost equally futile have been the attempts to spray the bushes with fungicides at the time the blight is visible, that is to say, in the fruiting stage, either with Bordeaux mixture (sulphate of copper and lime) or sulphate of copper alone. It might, of course, have been a useful preventive of infection if nothing else but for the fact that it seems that the fruiting organs are only wetted with extreme difficulty, and with more difficulty by Bordeaux mixture than by sulphate of copper. Eighteen rusted bushes were sprayed with each of these very thoroughly on May 20th, 1904. On May 30th, six of those treated with Bordeaux mixture still showed living fruiting algal patches, and five of those treated with 2 per cent. solution of sulphate of copper. Examination of the patches themselves showed that about one-

third of the width of the patches on each side (or two-thirds in all) had been killed by the spraying, but the middle was not affected at all. Such spraying is, therefore, not good enough even as a preventive of infection, and from our knowledge of the life-history it is quite obvious that it is useless to kill the alga in the last stage so far as the shoot on which it occurs is concerned, when it has already done all or nearly all the damage to the shoot that it can do.

These methods having failed, we come back to those depending on the increase in the luxuriance of the bushes and hence in their capacity to resist the disease. In other words, we have to find the causes of lack of luxuriance in each particular area, and to remove these. There is little need to do more here than enumerate the causes which in the Indian tea districts lead to lack of luxuriance in the bushes and hence indirectly to an attack of 'red rust.' The most important is probably the presence of defective soil and subsoil conditions, due to lack of drainage, to the formation of a hard pan in the soil, even merely to poverty of the soil, or to lack of adequate surface and deep cultivation. The remedy for these conditions is in each case sufficiently obvious. Again, some types of plant are more susceptible than others, a fact already well recognized in the affected districts. At the same time no variety of the tea plant known as yet seems to be altogether immune. In an existing area, where, as a rule, replanting of the land is out of the question for many reasons, the knowledge we now have can be of little use, but in planting out new tea the less susceptible types should certainly be employed. The 'Assam indigenous' variety as a whole is less resistant than the so-called 'Manipuri' or 'China' types of plant, or their hybrids with the 'Assam indigenous.' The factors determining this difference have not yet been ascertained, but they are, no doubt, closely connected with those which render the 'Assam indigenous' bushes more liable to be affected as they are, by adverse conditions of climate and soil.

The luxuriance of the bushes can also be largely affected by the system of pruning adopted, it being, of course, much safer from

this point of view to obtain a smaller number of very strong well-grown shoots rather than a large number of more feebly grown ones. Hence clean pruning, that is to say, the removal of the small twiggy shoots throughout the bushes, is advisable, and also the cutting of each shoot left on the bush as short as possible consistent with leaving at least one bud or latent bud in the cut stem. The effect of denuding the bush of leaves by too close plucking in the earlier part of the season is another extremely frequent cause of lack of luxuriance and hence of 'red rust.' The avoidance of this fault is a necessity if the disease is to be checked.

Such are the principal underlying causes of lack of luxuriance in the plants, and hence the indirect causes of 'red rust' attack.

Before leaving this part of the subject, however, it is wise to refer to comparatively successful results which have followed the use of Bordeaux mixture as a spraying medium, not at the time when the red patches are visible on the stems, but during the previous pruning season (December, January, etc.) Contrary to what is the case later on, at this time the algal disks seem fairly absorbent, and there is little difficulty in wetting and hence killing them. As a result, in some cases the use of Bordeaux mixture under these conditions, applied as a spray immediately after pruning, has in a considerable number of cases, been markedly successful in reducing the amount of disease on a badly rusted block. The Bordeaux mixture used was prepared by dissolving three pounds of sulphate of copper in twenty-three gallons of water in a wooden tub. In another vessel three pounds of lime were slaked in two gallons of water, and the milk of lime thus prepared added to the sulphate of copper solution. The treatment usually required 150 gallons of the mixture per acre.

There is one important means of attacking the blight that we have not yet dealt with, namely, the removal of possible sources of infection. We have already noted, however, that the alga occurs on the leaf of almost every hard leafed plant in Assam. As a stem blight it is by no means so common, but not

by any means rare. Among the plants which are attacked on the stem are, curiously enough, two which are now frequently planted among tea for the purpose of increasing the luxuriance of the latter.

Albizzia stipulata—the *sau* tree of Assam—is, as is well known, now planted almost everywhere in the Indian tea districts and it is, when growing in tea gardens, seriously affected with 'red rust,' commonly attacked also. It exists on the old and on the young stems without distinction. In the former case the tree seems little, if at all, affected for a long time, but in the latter the young shoots die out in a manner quite similar to that in which tea is affected. Many warnings have been addressed to tea planters to avoid the possibility of spreading the disease by planting this tree in their gardens, but so far as our observation enable us to judge, it seems certain that the infection goes rather from the tea bush to the *Albizzia* trees, and as a matter of fact the tea bushes under *sau* trees affected with 'red rust' are themselves usually singularly free from the blight. In fact, the *Albizzia* seems distinctly less susceptible than the tea, and is rarely much affected except in very badly blighted tea gardens.

A second plant which has been recently used among the tea, particularly in Assam, is *Tephrosia candida*, the *boga-medeloa*—a leguminous bush growing about twelve to eighteen feet high, which is kept constantly pruned and the prunings buried at each round of hoeing. This seems particularly susceptible to 'red rust' under certain conditions, and may thus be a source of spreading the disease. These conditions relate to the manner of pruning. If the top of the bush is kept continually cut down, the alga establishes itself on the bark very virulently, but if only the side shoots are pruned and the centre one allowed to grow, there is usually little of the disease. The value of the plant is such that, even in face of a disease like 'red rust,' one would hesitate to recommend the abandonment of its use among the tea, and by the above simple alteration in the manner of its pruning, any evil effect it may have, will be very much minimized.

Beyond this any of our experiments to minimize red rust by minimizing the sources from which infection can be carried have

one and all quite failed, and we have come to believe that the conditions are such in our tea districts that provided an unhealthy bush exists, from whatever cause, infection will find its way to it. Even new gardens put out in the middle of large grass plains where we do not know of the existence of the alga, contain the disease when the bushes have become unhealthy, a fact we have noticed in particular in Bishnath, Assam. This would lead to the supposition that the sporangia can be carried by the wind to very considerable distances and so largely render nugatory any attempt to reduce the sources of infection in and near the garden. At the same time, though there is at present no direct evidence of its advantage, we have urged in badly blighted gardens the removal and burial of leaves carrying the alga during the pruning season, in addition to those necessarily taken away during the pruning. Further than this it would not seem worth while, on present evidence, to go in attempting to reduce by a small proportion the amount of an all-pervading infection.

VI.—CONCLUSION.

We have described now, so far as we have been able to make it out, the life-history, method of growth, and method of dissemination of the alga *Cephaleuros virescens* as it occurs both on tea leaves and tea shoots, and given, in addition, the conclusions as to practical means of combating it which five years of experience have given us. There are still a great many points of difficulty in understanding this very obscure disease. In particular the sudden and constant appearance of the blight, whenever bushes become unhealthy from any cause whatever, throughout the whole of North-East India is a matter which we cannot at present understand.

The disease, under present circumstances, however, is by far the most serious of those to which the tea plant is liable in our districts. It will hence be kept under very close observation, and we hope that the present gaps in our knowledge of the subject will very shortly be filled.

BIBLIOGRAPHY.

D. D. Cunningham .. On *Mycoidea parasitica*, a new genus of parasitic algæ. Transactions of the Linnean Society, Vol. I. (Second series.) Botany, 1880, pp. 301-316.

D. D. Cunningham .. On an Entophytic alga occurring on the leaves of *Limmanthemum indicum*, with notes on a peculiarly parasitic variety of *Mycoidea*. Scientific Memoirs of Medical Officers of the Army in India, Part III, 1887, pp. 33-40.

D. D. Cunningham .. Bark Blight caused by *Cephaleuros virescens, Kunze*. Scientific Memoirs of Medical Officers of the Army in India, Part X, 1897, pp. 17-20.

H. Marshall Ward.. On the Structure, Development, and Life History of a Tropical Epiphyllous Lichen. Transactions of the Linnean Society, Vol. II. (Second series.) Botany, 1883, pp. 87-115.

G. Karsten .. Untersuchungen über die Familie der Chroolepiden. Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, Vol. X, 1881.

G. Watt .. The Pests and Blights of the Tea Plant. Calcutta, 1898, pp. 443-459.

G. Watt and H. H. Mann. The Pests and Blights of the Tea Plant (Second edition). Calcutta, 1903, pp. 396-408.

H. H. Mann .. Red Rust: a serious Blight of the Tea Plant. Calcutta, 1901.

H. H. Mann and C. M. Hutchinson. Red Rust: a serious Blight of the Tea Plant (2nd edition). Calcutta, 1904.

Huth, Lith^r London.

CEPHALEUROS VIRESCENS ON TEA SHOOTS.

1 & 2. Show healed up scars of former algal patches.
3. Shows two living fructifying algal patches and one healed up scar.

PLATE II.

FIG. 1.—TEA BUSH SERIOUSLY ATTACKED BY CEPHALEUROS VIRESCENS. (JUNE).

FIG. 2.—TEA BUSH SERIOUSLY ATTACKED BY CEPHALEUROS VIRESCENS. (JUNE).

PLATE III.

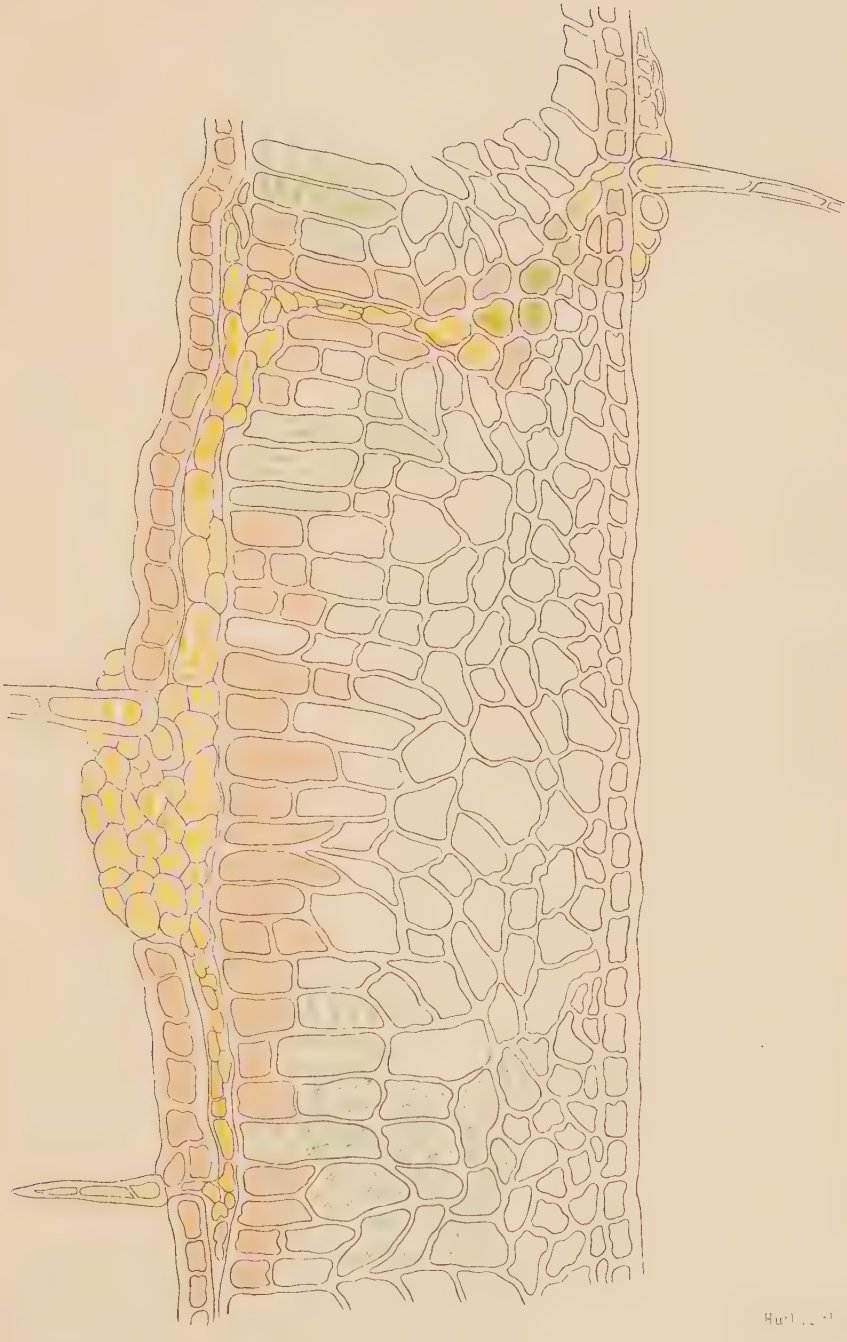
FIG. 1.—TEA BUSH DYING THROUGH RED RUST ATTACK LONG CONTINUED.

FIG. 2.– PATCHES OF CEPHALEUROS VIRESCENS ON TEA LEAVES.

Huth. Lith. London

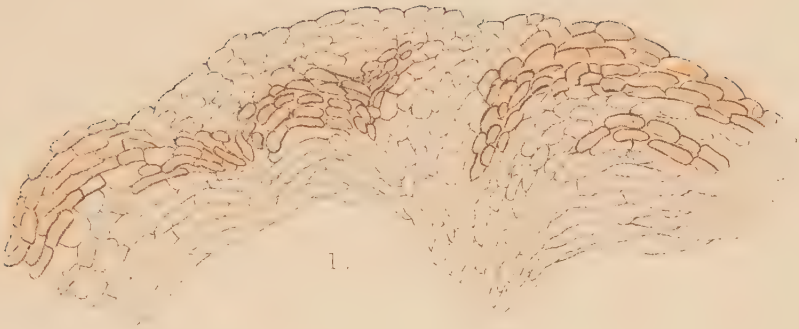
CEPHALEUROS VIRESCENS ON TEA LEAF.

Sections through algal patch, showing (Fig. 1) a purely superficial growth, and (Fig.2) a growth embedded in the cuticle.



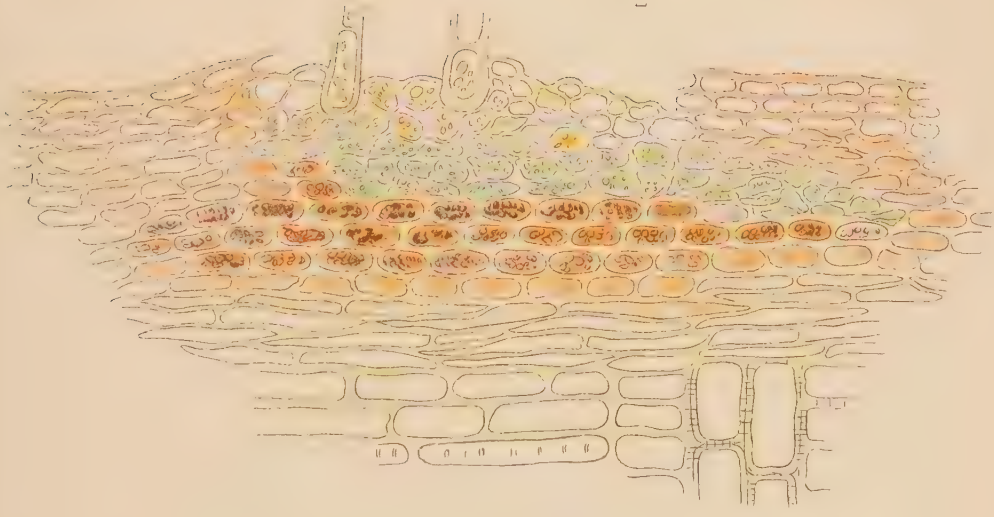
CEPHALEUROS VIRESCENS ON TEA LEAF.

Section through algal patch, showing complete penetration of the leaf.



1.

2



Huth, Lith^r London.

CEPHALEUROS VIRESCENS ON TEA STEMS.

1. Cross Section of portion of young tea stem showing crevices by which the blight gains admittance. Brown = lignified tissue. Green = alga.
2. Cross Section of portion of stem attacked by "Red Rust". Green = algal cells. Dark Brown = dead cells beneath algal growth.

PLATE VII.

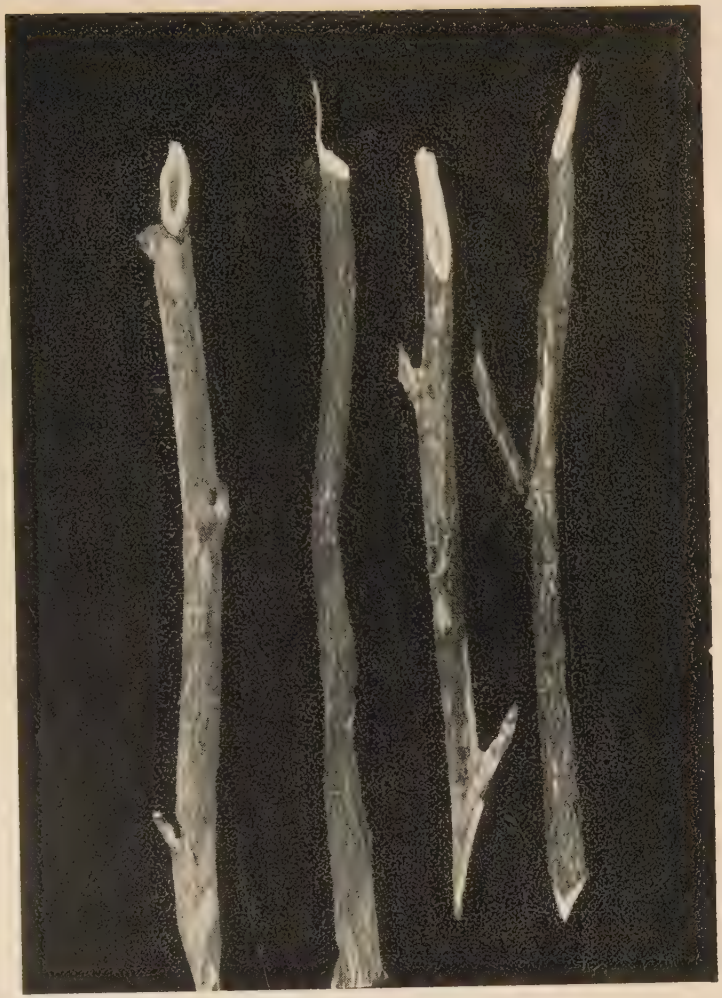


FIG. 1. THE IRREGULAR SURFACE OF THE BARK ON YOUNG TEA SHOOTS 2 AND 4 ARE QUITE YOUNG SHOOTS, 1 AND 3 ARE MORE THAN A YEAR OLD AND HAVE SMOOTHER BARK.

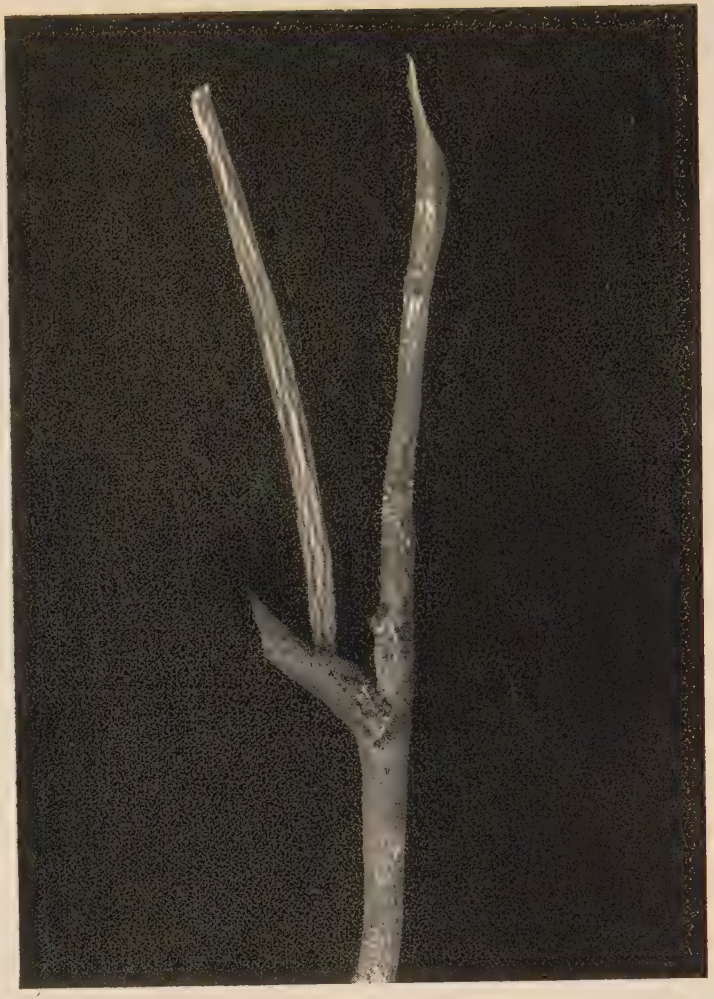


FIG. 2. THE IRREGULAR SURFACE OF THE BARK ON YOUNG TEA SHOOTS; THE LEFT HAND SHOOT IS QUITE YOUNG, THE RIGHT HAND SHOOT IS OVER ONE YEAR OLD.

Huth, Lith^r London.

CEPHALEUROS VIRESCENS ON TEA SHOOTS.
Shoot carrying Red Rust with chlorosed leaves.

MISCELLANEA: CHIEFLY PATHOLOGICAL.

BY T. PETCH, B.A., B.SC.

The fact that our common root diseases in new clearings usually spread from jungle stumps is now generally admitted, and the possible danger attending the tropical method of opening estate is beginning to be recognised. But any alteration in this method is rendered impossible, first by the cost of removing stumps, and secondly by the need of planting as soon as possible in order to shorten the compratively long period which must elapse before the estate becomes remunerative. Further, in temperate climates, where machinery is employed, the land must be completely cleared before it can be worked, but in Ceylon, at least, under present conditions, where level land is not available, this necessity cannot exist.

It has been recently proposed that, in order to avoid the danger of root disease, estates should be planted, when first opened, not with the product which it is intended to cultivate permanently, but with some other plant which can be grown for three or four years with a reasonable prospect of profit and then cut out. In this way, the jungle stumps would be given time to decay, and any root diseases which might arise would attack only the temporary crop. These diseases could then be dealt with as drastically as wished, without any hesitation on the ground of permanent loss. The land would then be clear of disease and be planted up permanently.

Though this method would certainly diminish the risk of root disease, it is rather too much to assume that all root fungi would be got rid of. Some of them can live independently in the soil, while others require no more than dead leaves, or a few chips, to enable them to begin their growth. Apart from this, however, the method will scarcely recommend itself to the rubber planter of the present day who wishes to see some return for his money as soon as possible, and he will without doubt continue to take the risk of root disease rather than add four or six years to his enforced waiting period. And it must be admitted that the comparatively small losses from root disease in Ceylon justify his attitude.

But the proposal immediately suggests the question, how long does it take jungle stumps to decay; and to this question no answer can be given, though it would be thought that sufficient data would surely be available in a country where so much jungle has been felled and cleared. No one, however, has been sufficiently interested to take notes, and therefore information on the subject is necessarily vague. The question itself is of course somewhat vague, since the time of decay must depend on the kind of stump, the elevation of the district, and to a great extent on the weather. And if the stumps are attacked by white ants, their duration is considerably briefer than would be the case under other conditions. Yet granting all that, it should be possible to fix approximately the time which a planter would have to wait if he adopted the scheme outlined above.

Probably few people outside the small band of fungus collectors have any idea of the length of time for which stumps persist. Certainly few others have any incentive to make observations on the subject. A dead stump is a garden of fungi, and hence a mycologist, if he takes any interest in the subject outside his laboratory, devotes special attention to them. When he collects in a limited area he comes to know the exact location of each stump, knows what fungi grow regularly on each, and in many cases hands on his knowledge to the next generation. In temperate climates, at least, he would be very much surprised if on making his usual rounds he found that some of his pet stumps had disappeared otherwise than by the hand of man.

It would appear that, given the maximum amount of assistance by white ants, the stumps of soft-wood trees, may decay fairly completely in about four years in a wet low country district. On a rubber clearing in the Kelani Valley most of the stumps had been attacked by white ants and were in an advanced state of decay in the fourth year.

In the Matale district, the stump of a 10-year-old Hevea tree was barely recognisable at the end of four years; this tree had however been killed by root disease, and consequently the main root would be partly decayed before

[Reprinted from the *Tropical Agriculturist*, Vol. XXXIV., No. 3, March, 1910.]

MISCELLANEA: CHIEFLY PATHOLOGICAL.

BY T. PETCH, B.A., B.SC.

As has been announced in the local press ~~that~~ Tea seed imported into Ceylon from India must now undergo a process of disinfection unless it is certified to be the product of a district which is not infected with "Blister Blight." This disease has been known to occur in Northern India for many years, but since 1906 it has become increasingly serious, and, according to private advices, it is extending its range. Despite assertions to the contrary, it has never been recorded for Ceylon; and it is improbable that a disease which is distinguished "by the completeness of the destruction which it causes during the short time which it lasts" would have escaped the notice of tea planters. Under these circumstances it was considered advisable to take steps to prevent its introduction into the country. This is more especially necessary at the present time, since large quantities of seed are now being imported for extensions in tea planting. The disease in its most characteristic form causes raised white circular blisters on the *under* surface of the leaf; corresponding with the white blister on the under surface, there is a bright green circular pit on the upper surface. Sometimes these conditions are reversed. The white surface, when seen through a lense, has a floury or mealy appearance, due to the spores which are formed on it. It has been stated that the fungus (*Exobasidium vexans*) which causes the disease has been found also on the garden Croton (*Codiaeum variegatum*) and on the "Na" tree (*Mesua ferrea*), but from mycological considerations this is improbable. As with the similar reports of the occurrence of Grey Blight on jungle trees in Ceylon, these statements are based only on a superficial resemblance of the leaf spots and not on an examination of the fungi which cause them. The disease is spread by the spores, which are blown off the blisters by the wind; it is highly probable, therefore, that the tea seeds from an infected estate would have some spores adhering to them. We do not know, however, how long the spores retain their power of germination, and, of course, no experiments in this direction are possible in Ceylon. The disinfection of seeds in order to prevent the introduction of fungus diseases is not a new idea, though it has never been previously attempted in Ceylon; in the West Indies, cotton seed is always disinfected with this object. As is well known, many countries have gone further than this, and have prohibited the importation of any seeds or plants from Ceylon, while others have confined their prohibition to particular products, in order to prevent the introduction of *Hemileia*, *Thielaviopsis*, etc.

The destruction of Ceylon coffee by *Hemileia vastatrix* led to its total abandonment in the Island. Other countries, profiting no doubt by Ceylon experience, have been able, by adopting different methods of cultivation, to retain this product in spite of the attacks of leaf disease. In some of these countries the search for species which are immune or resistant to *Hemileia* has been consistently pursued for many years, without any striking success. Java at one time thought that the desired species has been found in *Coffea robusta*, but further experience has not justified that idea. Dr. F. C. von Faber, writing in the Tropenflanzer, states "*Coffea robusta* has been especially cultivated in Java, and does not appear to be very resistant to *Hemileia*. This plant is comparatively weak, and therefore suffers more than Liberian coffee when it is attacked. At Buitenzorg, this species is regularly attacked by *Hemileia*. The great expectations which were based on *Robusta* coffee do not appear to have been altogether realised." Other species are now being boomed, the chief of these being *Coffea congoensis*, but trials on a large scale for an extended period have yet to be undertaken. *Coffea robusta* is now being planted as a catch crop in rubber; it may yield a paying crop under such circumstances, but it is as well to remember that it is not exceptionally resistant to *Hemileia*.

From Costa Rica samples have been received of a coffee disease which does not appear to have been noticed in the Ceylon coffee days. The disease affects the beans only, The bushes on which the diseased beans are found are quite healthy, and the "cherry" does not

[Reprinted from the *Tropical Agriculturist*, Vol. XXXIV., No. 2, February, 1910.]

show any indications which would lead one to suspect that the beans were unsound. But the beans are found to be blackened and disorganised, and such black beans have altogether lost their natural aroma. The cause of the disease does not appear to have been ascertained. One observer states that the mycelium of a fungus occurs in the blackened beans, but this is not regarded as definitely established, and the effect is thought to be due rather to physiological causes. The disease seems to have been known for a long time, but in recent years it has become more prevalent and in some cases has destroyed eighty per cent of the crop. I have not been able to find any record of it in Ceylon, but a coffee planter from Southern India informed me that it sometimes occurs there on the second crop.

———

During August, 1909, an extensive fall of leaf occurred on several of the older Hevea plantations in Ceylon. In the majority of cases the leaves were shed from the terminal shoots all over the crown of the tree, but a few trees became quite leafless. On one estate where the trees were exposed to the South-west wind, the leaf fall was greatest on the South-west side of the trees. In some respects this phenomenon resembles "dieback," but it differs from the latter disease in that bare shoots occur all over the crown and not only at the apex. The death of green shoots all over a tree may be a sign of overtapping or of root disease, but in the cases referred to the shoots were not dead, as a rule, and neither of these causes could be held responsible for the leaf fall. The leaf fall was normal, in so far that the leaves were cut off just as they are when the trees "winter," and no fungi could be found on the leaves or on branches from which the leaves were seen to fall. In a few cases, the terminal shoots died, but this was exceptional. The specimens sent in for examination consisted usually of dead branches bearing growths of saprophytic fungi which proved that they had been dead for some time; and it was found on examination of the trees that these branches were obtainable from the interior of the crown of affected trees. But dead branches occur quite normally in such a position; they are killed by the shade, or because they are weakened by being deprived of their food by stronger branches, and they have no connection with the leaf fall. A few dead trees were shown me, but in every case death was due to root disease, and the fungus (*Fomes semitostus*, etc.) was quite evident at the collar. Root disease was looked for in all cases but was only found on two or three trees; it is quite certain that the general leaf fall could not be attributed to this cause, and moreover the subsequent recovery of the trees negatives the idea.

A similar leaf fall occurred in 1903; and a comparison of the weather conditions in 1903 and 1909, together with the absence of any fungi on the fallen leaves or bare twigs and the subsequent recovery of the trees, leads to the conclusion that this is purely a climatic effect due to the prolonged rains of the South-west Monsoon. Trees grown on comparatively dry soils will lose their leaves and become "stagheaded" if the soil is waterlogged for any considerable time, because their roots are deprived of oxygen, and this appears to be the explanation of the present phenomenon. It was not confined to Hevea. On one estate, defoliation occurred in the case of jak trees as well as Hevea, and three cases of leaf fall in tea were reported.

It is of course a well-known fact that Hevea has been planted with marked success on swampy land. One such plantation, which was flooded every other week during the last South-west Monsoon rains, was visited, and it was found that no noticeable fall of leaf had occurred. This, however, is not at variance with the reason given above, for the trees in such situations develop an enormous number of feeding roots at the surface, so much so that one is at times walking over a spongy carpet of white rootlets; their roots can therefore obtain air even when the soil is waterlogged. This plantation, by the way, is the one about which the erroneous statement was made at the Rubber Exhibition of 1908, that the trees were planted in swampy land and soon died.

Further details of this leaf fall, and records of the rainfalls for the last six years, have been included in a circular on "Dieback of Hevea" which is now in the press. The affected trees put out new leaves when the rains ceased, though in some cases their recovery was slower than was anticipated. Defoliation must to some extent check the growth of the tree, but beyond that there is no permanent injury.

MISCELLANEA: CHIEFLY PATHOLOGICAL.

BY T. PETCH, B.A., B.SC.

During the last two years, tea nurseries have been instituted on a large scale to supply the extensions which are to take the place of the tea supposed to have been damaged by the Hevea planted among it. Within the last few months several consignments of dead seedlings have been sent in from these nurseries, and in some cases they are said to have been killed off in large numbers. Where the disease was caused by fungi it appears to be the same in all cases. The fungus attacks the seedling at the collar and kills the bark for about an inch above the ground level. This effectually rings the seedlings and prevents the passage of any food from the leaves to the roots. Consequently the upper part of the stem becomes thickened down to about an inch from the ground, while the part attacked by the fungus remains the size it was when first attacked. The edge of the thickened part is marked by a well-defined swollen ring or callus. Evidently the disease is not a rapid one, for the plant is able almost to double the diameter of the stem between the time of attack and its death. So long as the bark only is attacked, the plant can live on the food manufactured by the leaves, since the water it requires travels up the wood. It dies when the fungus has attacked the wood and stopped the water supply.

The disease is readily distinguished by the thickened ring or callus, about an inch above the collar. It appears to be caused by a species of *Fusarium*. Fungi of this class frequently live in the soil and cause root diseases, generally known as "wilt," in various plants.

I have previously quoted in the "*T.A.*" a method which has been found efficient in lowering the percentage of coniferous seedlings killed by "damping off," and which might be adopted with advantage in tea nurseries. The surface of the seed bed was sprinkled with sand immediately after the seed had germinated. Clean sand of rather coarse texture should be used, and applied as hot as it can be handled, sprinkled over the surface to a depth of about one-sixteenth of an inch.

Sterilisation of seed beds prior to use is now being extensively adopted in the United States of America, especially in tobacco nurseries, the sterilisation being effected by steam, or by surface firing, or by formalin. The most effective steam treatment is the inverted pan method, in which a galvanised iron pan, 6 by 10 feet, and 6 inches deep, is inverted over the soil and the steam admitted under pressure; the pan has sharp edges which are forced into the soil to prevent the escape of steam. Surface firing is done either by burning straw, etc., over the bed for about an hour, or by heating the surface soil to a depth of 6 inches in a large iron pan. In the Formalin treatment, the soil is thoroughly pulverised and then drenched with a formalin solution composed of one part of commercial formalin to 150 or 200 parts of water, from three-quarters to one gallon being used for each square foot. The solution is applied with a watering can fitted with a rose, and distributed as evenly as possible, so as to thoroughly wet the soil to a depth of a foot. In most cases it is necessary to put this solution on in two or three applications, as the soil will not take this quantity of liquid immediately. The beds are then covered with sacks or tarpaulin to keep in the fumes for a day or so, and then aired for a week before sowing the seed. In some cases a lower percentage germination has been recorded after the formalin treatment, but a greater number of plants survived than in the untreated bed.

The amount of loss sustained in tea nurseries scarcely justifies the adoption of any of the above methods, though simple surface firing is inexpensive and should be tried where old nurserie are used a second time. The sand treat ment should, however, be adopted.

When nurseries are attacked by the disease referred to above, all dead plants should be uprooted and burnt, and the affected patches, *i.e.*, the bare soil, watered with a solution of carbolic acid or Jeyes' fluid, one ounce to a gallon of water. This has been found effective in checking the disease.

On a recent visit to a rubber plantation (*Hevea*), I was shown an old tree which always yielded thick latex. It happened also to be decayed on one side near the base. Examination proved that a large

[Reprinted from the *Tropical Agriculturist* Vol. XXXV., No. 3, September, 1910.]

root on that side had been killed by *Hymenochæte*, and that the fungus had spread into the stem. White ants had then eaten out the dead root and the dead wood in the stem, leaving only a thin cylinder of sound wood at the base of the latter, up to a height of two or three feet. Evidently the consistency of the latex was due to lack of water because the tree did not possess a sufficient thickness of wood at the base to permit a normal supply; and the case furnishes additional evidence that the available moisture influences the quality of the latex.

———

Where "pink disease" caused serious loss by killing off large numbers of young Hevea last year, spraying the trunks, or more especially the forks, with Bordeaux mixture before the monsoon was recommended. This treatment has been carried out on one estate in Southern India, and details of the cost have been published in the *Planters' Chronicle*, May 21, 1910. The mixture was applied with a brush, and painted on where the branches joined the main stem. The cost of treating 500 acres was Rs.150, but 200 acres consisted of young trees, 2½ year old, and cost very little. It would certainly pay to adopt this treatment on areas where "pink disease" reappears periodically. As a rule, the disease, in Ceylon, is not spread over the whole estate, but occurs in certain patches. If the trees on fields which are known to be liable to infection were treated in the manner indicated prior to the south-west monsoon, much loss would be prevented. While the disease does not cause any widespread damage in Ceylon, the trees attacked are usually six to eight years old, and it is certainly worth while to make some attempt to save these. Even if we eliminate the 200 acres of the young trees from the figures quoted above, Rs. 150 for 300 acres cannot be considered prohibitive.

The application of Bordeaux mixture with a brush is practicable in such a case, and of course that method obviates any large initial outlay on sprayers. But it may be doubted whether it is really cheaper than spraying in the end. It has been found, in Southern India, that the cooly cannot, or will not, work a sprayer if he has to pump with one hand and direct the spray with the other. The same thing happened on the Experiment Station, Gangaruwa; and for that reason, a sprayer worked by compressed air was adopted. But where the ground is level, barrel pumps are preferable to knapsack sprayers. The knapsack sprayer in use at Gangaruwa only holds a gallon, and requires to be filled six times a day. The time occupied in filling is almost equal to that occupied in actual spraying, so that the work would be done in about half the time if barrel sprayers could be used.

———

It has been gravely announced in one agricultural journal that, in Ceylon, *Fomes semitostus* attacks *Crotalaria*. The information is, of course, incorrect. It is probably based on the announcement in the "Tropical Agriculturist" that *Corticium javanicum* had been found on *Crotalaria* in Southern India; and it serves to illustrate the extraordinary manner in which "facts" relating to tropical agriculture are produced.

———

It has been suggested by a correspondent whose Hevea trees, grown at a fairly high elevation, appeared somewhat "hidebound," that they would be improved by rubbing off the outer layer of dead bark. It is not probable that such a treatment would have any effect, since the layer in question is thin, and usually cracked, and does not exert any pressure on the tissues beneath. An application of manure would seem to be indicated. There appears to be an idea current that rubbing off the outer bark will "irritate" a tree, and cause it to increase its girth more rapidly. But, apart from the fact that "irritation" of this description is unknown in plants (except, perhaps, in certain tendrils), it will readily be seen that such a process could not affect the cambium which is responsible for the growth in thickness. The only result of rubbing off the layer of dead bark would be that the tree would produce another layer at the expense of the laticiferous tissue, as is evident when a tree is scraped.

———

A consignment of disease specimens recently received from the Gold Coast provides further demonstration of what is yearly becoming more and more certain, viz., that the diseases of cultivated plants are caused by the same species of fungi throughout the tropics, though the truth has been obscured either by attributing them to the wrong fungus or by giving the same fungus different names in different countries. A root disease of *Funtumia* was clearly caused by *Hymenochæte noxia*, and a root disease of *Hevea* showed a mycelium which was indistinguishable from that of *Fomes semitostus*. There was no fructification in the latter case, and therefore an exact identification was not possible; but had the root been a Ceylon specimen, there would have been no doubt about it.

Mycological Notes.

By T. Petch, *Government Mycologist.*

(Reprinted from "The Tropical Agriculturist.") July. 06.

The fungi hitherto recorded as parasitic on *Castilloa clastica* are not very numerous, and in most cases are negligible from an economic point of view. The most important is *Corticium javanicum*, Zimm., which grows on the branches and apparently kills them. It is a common fungus in Java and attacks all kinds of trees, covering the stems and branches with a flesh-coloured or yellow sheet of fungus tissue, and producing the open wounds commonly known as "canker." Up to the present there is no record of its occurrence in Ceylon.

Other Javanese fungi on Castilloa include *Antennaria castilloae*, Zimm., which forms a black covering on the leaves attacked by scale insects; *Aschersonia sclerotioides*, Henn., which probably is not parasitic on the leaf, but on a scale insect; and *Diplopeltis Zimmermanniana*, Henn., also on leaves. These apparently do practically no damage to the tree.

With the extension of *Castilloa* cultivation the number of parasitic fungi will no doubt increase, though it is rather remarkable that recent accounts of *Castilloa* plantations, while referring to injurious insects, make no mention of fungi. Already three can be added to the list from Ceylon.

The first of these is a root fungus which attacks all cultivated plants from Caravonica cotton to *Hevea*. It covers the root with a brown felt which cements to itself soil and stones and forms a mass sometimes double the original diameter of the root. When far advanced this covering acquires a black, uniform, external layer. It passes from one root to another when they are in contact, but apparently it does not spread through the soil unless there is a continuous path of living or dead wood. Many instances have been recorded of its occurrence on various plants, but in every case the discase seems to have been got rid of by removing the affected tree and liming the soil. The fructification of this fungus has not yet been found or cultivated; apparently it occurs in other countries on cacao and coffee, etc., and the same difficulty is experienced in determining to what species the mycelium belongs.

The second fungus is, according to our present knowledge, a wound parasite only. It occurred on the Experiment Station, Peradeniya, where it attacked two trees which had been injured by fires. A strip of bark about three feet long and four inches broad on each tree was converted into a black, soft rotting mass containing fungi and insects of various kinds. The most abundant species, and the only one found near the sound bark, was a *Botryodiplodia* which has been named *Botryodiplodia elasticæ*. The mycelium of this extended into the wood and discoloured it, and the black coloration of the decaying mass was due to the mycelium and fructification of the fungus. All the diseased tissue on one tree was cut away, and the wound healed in a few months. The diseased bark was stripped off the other, but no attempt was made to cut out all the affected parts; indeed, even this treatment was contrary to instructions, as we wished to ascertain what effect the fungus would have on the tree if unchecked. During the ensuing dry weather a healthy callus was formed round the wound, but with a renewal of the rains, the fungus recommenced active growth and spread in all directions, almost completely destroying all the bark. At the same time, white ants attacked the diseased wood and reduced the tree to a narrow stick about an inch in diameter with a strip of sound bark on one side.

This fungus has not been found elsewhere on *Castilloa*, but it attacks and kills young *Hevea brasiliensis*, especially stumps. It has also been found saprophytic on dead *Hevea*. Its effect on young *Hevea* will be dealt with later.

A third fungus was found on a specimen submitted for examination a short time ago. The affected trees show an open wound at the collar, extending up the stem in a long triangular patch and at the same time spreading more extensively on the roots. It is similar to the "foot rot" of orange trees, and, like that disease, is caused by a species of *Fusarium*. The fungus appears through small cracks in the apparently sound bark in the form of white tufts which at first sight may be mistaken for drops of coagulated latex. Diseases of this class are favoured by bad drainage or excessive shade, anything, in fact, which causes an abundance of moisture at the foot of the tree. In one instance, the affected trees are in an area which cannot be properly drained, and in another, though the drainage is good, the trees have made such remarkable growth that there is probably too much shade. It has been recommended that the measures adopted against "foot rot" in orange trees should be tried in this case, but it is as yet too early to say whether they are successful. The earth is removed from about the tree so as to expose the collar and part of the roots. The diseased tissue is then cut away, and the wood painted with a mixture of crude carbolic acid and water in equal parts. All the wood and bark removed must be burnt. The hole should not be filled up until the tree has recovered, and, if possible, the shade should be thinned out so that the sun may reach the affected parts.

In other investigations, two interesting results have recently been obtained by cultivations at Peradeniya. The white root rot of tea, which has hitherto been confused with *Rosellinia*, and which seems never to produce any fructification in the field, has in four cases developed a sporophore which proves it to be a species of *Polyporus*, one which, judging from a brief visit to Hakgala, is common in the jungle on dead wood. The other result concerns the "Thread Blight" dealt with in *The Tropical Agriculturist* for April, 1906; this, at least on nutmeg trees at Peradeniya, is the mycelium of a small stemless agaric (mushroom), a species of *Crepidotus*, which is only fully developed on twigs etc. after they have fallen and commenced to decay.

MISCELLANEA: CHIEFLY PATHOLOGICAL.

BY T. PETCH, B.A., B.SC.

It is rather a difficult matter to invent popular names for fungus diseases,—at least, names which will distinguish any given disease from any other. "Root rot," for example, does not differentiate between several root diseases, even when the name of the host plant is added. "Root rot of tea" might mean the disease caused by *Rosellinia bothrina*, or *Ustulina zonata*, or *Poria hypolateritia*, etc. The mycologist knows diseases by the name of the fungus or other organism which causes them; and incidentally it may be remarked that an account of a disease which does not give the name or description of the fungus is not of much assistance to a mycologist, however learned it may appear. Attempts have recently been made to popularise a system in which the name of the disease is coined from the name of the fungus, but this nomenclature is neither "happy" nor distinctive. By this system, the root disease of Hevea caused by *Fomes semitostus* would be called "Fomose of Hevea," but since several species of *Fomes* will grow on Hevea, the name does not fulfil our requirements. It would seem that the planter must add a few Latin names to his vocabulary. "Pink disease," for the disease caused by *Corticium javanicum*, was sufficiently descriptive to enable dozens of planters to identify it. But it has been objected to because "there is more than one pink fungus," and it is proposed to remember it by the name *Corticium*. But this critic neglects to inform his readers that there is also more than one species of *Corticium!* If the Latin name is used, it must be the full name, *Corticium javanicum*.

As the market price of rubber is governed to some extent by its appearance, any departures from a uniform colouration are udesirable; consequently spotted biscuist are frequently sent in for examination and report. Clear red spots in rubber biscuits or crepe appear to be fairly common; the cause of these has not yet been ascertained. Another colouration has just been reported; in this case wet biscuits were covered with black spots, up to an inch in diameter, the discolouration extending right through the biscuit. These spots contained bacteria, together with minute particles of a black pigment to which the discolouration was due. It is probable that in this case the pigment was excreted by the bacteria; several bacteria are known to produce black colouring matters in this way. These biscuits had been coagulated with formalin. In another case, the biscuits when held up to the light were seen to be mottled with dark brown patches. These were dark biscuits which had not been subjected to any hot water treatment. In many examples of dark coloured biscuits it will be found that the colour is due, at least in part, to a thin film of brown colouring matter on the under (?) side of the biscuit. In some cases, if the biscuit is sliced into two horizontally, a marked difference will be seen in the colour of the two halves, the upper half being more or less amber coloured, while the lower half, though of the same thickness, is dark, owing to the presence of this brown film. The presence of this film may be demonstrated more clearly by cutting a thin slice through the biscuit and placing it in chloroform or some other solvent under the microscope. As the rubber absorbs the solvent and swells, the film on the exterior shows up quite plainly. This film is composed of some amorphous brown substance whose nature has not been ascertained, usually with some yeast cells; and, as a rule, it is spread uniformly over one side of the biscuit. In the case of the mottled biscuits referred to above, the discolouration, which was quite superficial, was due to an abnormal development of this film, and most of it was collected in patches instead of being spread uniformly over the surface. Yeast cells were present in abundance in the sediment obtained on dissolving the rubber in chloroform or carbon bisulphide.

Bacteria and yeasts appear to be the chief organisms concerned in this spotting of rubber biscuits; of course, moulds grow on the surface, but I have not up to the present observed any effect which could be attributed to them. An exact investigation into the causes of these spots would occupy one or more investigators for at least a year, and would require all the appliances of modern bacteriological research. It would demand a strictly scientific examination, in each individual case, of the fungus and bacterial flora of the collecting cups, the setting pans, the curing house and the water supply, together with experiments to determine which of the

[Reprinted from the *Tropical Agriculturist*, Vol. XXXIV., No. 1, January, 1910.]

organisms found would grow in latex or wet rubber, and their effect on either. But although this problem cannot be dealt with under the present circumstances, it is possible to lay down more or less general empirical rules as to the course to be adopted in order to get rid of the cause of these brown or black spots. It is unlikely that the effect is in any way connected with the tree, and it must be assumed for the present that some organism is introduced into the latex or the coagulated rubber either by the wind or by the water supply. In either case, if the collecting cups, pails, etc, are once infected, they will remain infected, and the biscuits will continue to be discoloured, until some method of sterilisation is adopted. Therefore, when this trouble makes its appearance, all collecting cups should be boiled, and the dishes, pails, etc. scalded with boiling water. It has been found sufficient to do this once, but it would be a wise precaution to scald the dishes and pails periodically, as part of the general routine of the factory. In one instance, that of the mottled biscuits referred to above, this treatment was adopted; and the superintendent writes: "With reference to the black biscuits about which I wrote to you some months back, it may interest you to know that since I took your advice and boiled all the utensils used, and had my store thoroughly cleansed, no black biscuits have put in an appearance."*

If the infection is introduced with the water supply, the above treatment will not stop it, because the dishes will be reinfected. To determine whether the water supply is at fault, biscuits should be made, using water which has been boiled and cooled, and these should be compared with biscuits made with the unboiled water. Of course, the dishes, etc., must be sterilised before the experiment is attempted, otherwise that possible source of infection will not be excluded. If the water were infected, and no other source of supply were available, more elaborate experiments would be required to determine whether the infection could be avoided.

As an instance of a similar problem the following may be quoted. In a certain glue factory it was found that the glue turned black; and its value was seriously reduced, not only because of the undesirable colour, but also because its setting power was diminished. This was found to be due to a bacterium which excreted a black pigment. The source of infection was discovered in a dirty pipe previously used for the conveyance of ditch water, and afterwards for delivering the finished glue into the setting pans. When this pipe was cleansed the evil disappeared entirely. In such cases, the removal of the source of infection is usually an easy matter, once it has been discovered, but its discovery often entails elaborate and carefully planned investigation.

It may be noted that none of the discoloured biscuits referred to here were in any degree "tacky."

* Since the above was written, I have been informed that this blackening has reappeared.

In issuing circulars on plant diseases, the avoidance of lengthy correspondence is one of the objects sought to be attained. It sets free more time for investigation when the Mycologist can reply: "This is a case of pink disease; see Circular 21." Such a reply may appear discourteously abrupt, but the knowledge that it enables more research to be undertaken should ensure its ready acceptance. But it is rather surprising to receive, in reply, payment for the Circular named, with the information that the applicant does not subscribe to them. It is surely not too much to expect that all estates should file these Circulars for future reference. It would be more satisfactory if the subscription were paid by the estate, as that would ensure a complete file in the estate office, independent of any change of superintendents. It is hoped to reduce the clerical work by the publication of brief leaflets which can be given away in answer to correspondents, but it is the common experience that such leaflets are soon lost.

Yet another growl. All letters relating to the diseases on any estate should be filed for the information of future superintendents. A folded sheet of brown paper, labelled "Diseases," is all that is required. In the majority of cases, at present, the new comer knows nothing of the past history of the estate in the matter of disease. One such instance may be given here, that of an estate which has changed its superintendent fairly frequently during the last four years. In 1906 *Fomes semitostus* was reported from this estate; it was visited, and all the affected areas were defined. Yet each succeeding superintendent has sent in examples of *Fomes semitostus* as a new disease. When this is possible, there is a screw loose somewhere in the method of dealing with the estate correspondence.

MISCELLANEA: CHIEFLY PATHOLOGICAL.

BY T. PETCH.

The publication of the circular on "Pink disease" (*Corticium javanicum*) has evoked a flood of specimens from all quarters. It seems to have been fairly prevalent during the prolonged rains of the last four months. An example on coffee adds another to the list of plants attacked by it in Ceylon; in this instance, the fungus developed its conspicuous pink patches along the fruiting branches. Two most interesting examples were sent from Southern India where it attacks *Crotalaria* interplanted among Hevea, as well as the young Hevea. In one instance, the *Crotalaria* was about a year old, but had not flowered nor been pruned; the stem forwarded was exceptionally woody and measured about three-quarters of an inch in diameter. The disease appears to begin, as a rule, near the base of the stem. One correspondent states "almost the whole of the *Crotalaria*, I have noticed, that has been sown in these parts is covered with the same disease." In such cases the densely grown *Crotalaria* acts as a reservoir of disease, from which it may spread to the Hevea; but it is scarcely possible, without continuous observation, to say whether the attacks on *Crotalaria* and Hevea are successive or simultaneous. The growth of *Crotalaria* in Southern India appears to be much more vigorous than in Ceylon—I have never seen any Ceylon plants which attained the size of these Indian specimens before flowering,—and, in accordance with this, *Corticium javanicum* has not yet been recorded on *Crotalaria* in Ceylon. There does not appear to be any danger in growing *Crotalaria* among rubber in Ceylon at present, and where the growth is so vigorous that it forms a tall jungle, some smaller green manure and cover plant must be adopted, or it must be cut down earlier. From the mycological standpoint any green manure plant which grows tall should not be planted in dense masses; the lower the plant, the less is the danger of disease. A plant which would not exceed a foot in height would be ideal, and could be sown as thickly as wished. There is a tendency to grow manure plants too long. In temperate climates such a crop is often ploughed in at the end of a month, but here the idea always appears to be to make it run as long as possible and to obtain some profit by selling seed. There is little advantage in a green manure plant, as such, until it is cut down and mulched in, but the question is of course complicated by the problem of weeds and wash.

In a recent publication on Hevea diseases, the fungus of "pink disease" is referred to as *Corticium Zimmermanni*. This is another name for *Corticium javanicum*, founded on a series of mistakes. In 1899, P. Hennings named a fungus from Java, *Aleurodiscus javanicus*, and in 1901, Zimmermann named another fungus from Java, *Corticium javanicum*. The latter is the fungus of "pink disease," the former being quite a different species, as the name indicates. Now, all descriptions of fungi are periodically collected by Saccardo and published in a mycological encylopœdia; and as he refuses to recognise the genus *Aleurodiscus*, he changed Henning's name (in 1902) to *Corticium javanicum*. In this he was quite wrong. He had a perfect right to change the name *Aleurodiscus* if he chose, but he was not justified in using the combination *Corticium javanicum*, because that combination was already in use for another species. When he reached the end of his volume, he discovered Zimmermann's description of our "pink disease" fungus, and, to put matters right, he changed the name of the latter to *Corticium Zimmermanni*. But it is not permissible to correct one mistake by making another, and this renaming cannot stand. Our "pink disease" fungus has first claim on the name *Corticium javanicum*, and, if it is desired to rename Henning's fungus, some other combination must be found. As a matter of fact, nothing of the kind is needed, because Henning's fungus had already been named thirty years previously on specimens sent from Peradeniya, and its correct name is *Aleurodiscus peradeniæ*.

On many estates lateral branches of Hevea which arose from the first six feet or so of the stem have been cut off; or when the trees forked near the ground level one stem has been removed. In the majority of cases, the

[Reprinted from the *Tropical Agriculturist*, Vol. XXXIII., No. 5, November, 1909.]

branch or stem has been sawn across a few inches from the main stem, thus leaving a "stub" two or three inches long. This was the method recommended years ago before the principles of plant physiology were applied to garden practice. It is now generally recognised that the bark will never grow over such a stub, and that the end always remains exposed and affords a possible point of entry for destructive fungi. As a rule, the stub will die back, though this danger may be avoided by tarring it periodically. The current of water and food passes up and down the main stem, and the stub is sidetracked. Now, the periodic tarring would not be necessary it the bark would grow over the cut surface, and the modern pruner obtains this desired effect by cutting off the branch as close to the main stem as possible. *The cut should be made parallel to the main stem and close to it; it should not be made perpendicular to the branch cut off.* According to the old idea, the cut should be made so as not to injure the bulge at the base of the branch; the modern pruner cuts right through the bulge and endeavours to leave the stem as smooth as possible, *i.e.*, without any projecting remains of the branch. He certainly makes a bigger wound, but as the bark has only to grow on in a straight line, it heals over completely in a comparatively short time.

———

Pruning off large branches should never be done by a single operation. If they are sawn off close to the stem, the branch falls when partly cut through and usually tears off part of the stem. The first cut should be made about a foot away from the stem, on the under side of the branch, and continued about half way through it. A second cut should then be made two or three inches further away from the stem, on the upper surface, and this should be continued until the branch is severed. Finally the stub should be sawn off flush with the stem. It will be necessary to have two or three coolies on rubber estates trained to remove dead branches and prune where it is considered necessary; they should be taught the difference between tree pruning and chopping firewood. Bailey's Pruning Book should be on the shelves of all planters who have to deal with trees; it is the only book which treats the subject from fundamental principles. Its special parts deal of course with American orchard plants and are not so much required here, but the general parts will well repay careful study.

The recommendation that coal tar should be used for covering wounds does not meet with the approval of Ceylon planters. From the mycologist's point of view Stockholm tar is too evanescent. I am aware that it has been universally recommended for tea, but there do not appear to be any definite comparative experiments on the subject. One planter informs me that coal tar kills back the branches worse than Stockholm tar, while another assures me that the reverse is the case. I have certainly seen coal tar used in branch canker on tea without any injurious effect. Either will kill the green bark if applied to it, and in this respect Stockholm tar is liable to do most damage because it is more fluid and therefore more likely to run. Stockholm tar is a poor protection against fungi, and in one case, in Hevea, fungi grew on the cut surface three weeks after its application. Modern practice favours coal tar. W. J. Bean, of Kew, writing on pruning in the *Gardeners' Chronicle*, April 21, 1906, states:—"The virtues of ordinary coal tar —not Stockholm tar—as a dressing for cut surfaces are not generally known. All the raw places left by removing branches or stumps of branches should be immediately covered with this antiseptic substance, and the coating should be renewed as often as is necessary till the wound is covered with new bark. The best armour that a tree can have to protect it against fungoid enemies is that which Nature has provided it, viz., its bark. But when accident has produced a flaw in the armour the most efficient substitute is coal tar." Bailey, in his Pruning Book, describes a series of experiments with different substances, in which the wound covered with coal tar healed quickest, but he points out, what is generally overlooked, that rapidity of healing is governed more by the position of the wound than by the preservative used; he expresses a preference for white lead paint, and many orchardists agree with him on this point. Watt and Mann state that vegetable tar, not coal tar, should be used, but they do not give any evidence in favour of their preference. It must be remembered that a book on Tea or Rubber or Cacao must be a compilation, and the compiler cannot be supposed to test every statement. He usually accepts the current tradition; and the tradition brought out from Europe thirty years ago would undoubtedly have been in favour of Stockholm tar. It would seem that the recommendation is an extension of the old doctrine of signatures,—that Stockholm tar, being a vegetable tar, must therefore be most suitable for plants.

MISCELLANEA: CHIEFLY PATHOLOGICAL.

BY T. PETCH, B.A., B. SC.

A correspondent recently wrote that he had been advised (from home) that in order to secure a good renewal of bark in Hevea it was necessary to let the sun have access to the stems; and he wished to obtain further information on the point. There have been no experiments bearing directly on this subject, and even the process of bark renewal after tapping has not yet been investigated; but from ordinary botanical theory the answer is, briefly, that it is not necessary; indeed, from the point of view of bark renewal only, the advice is just the opposite of what should be given. But as usual there are several factors to be considered before a working conclusion can be arrived at. These factors do not seem to be clearly recognised, as is evident from the statement that the bark will renew satisfactorily in two or three years on widely planted trees, but will require four years on closely planted trees. So it may be expected, ultimately. But in the meantime owners of closely planted trees will probably have an opportunity of again declaring that botanical theory is incorrect.

There is a well-known experiment which is now included in most elementary courses of botany. A short length of a willow branch is completely ringed near the base and is suspended in a glass vessel in moist air. The experiment is designed to prove that the food stored in the upper part of the twig cannot pass into the part below the ring; but incidentally it shows that in the damp atmosphere an enormous development of "callus," *i.e.*, of wound-healing tissue occurs, much more than would be the case in a dry atmosphere. Therefore, as far as the simple healing of a wound is concerned, it may be expected to take place more rapidly when the air is moist than when it is dry. There is just one possible flaw in the argument; the process of bark renewal, when the tapping has been done carefully and the cambium is uninjured, is not exactly the same as the processes involved in healing over wounds which extend to the wood.

The second factor to be considered is the amount of food in the tree which is advisable for the formation of the renewed bark. This food is practically all stored in the tree before tapping begins, and the tree draws on this reserve to provide material for the formation of new bark. Professor Fitting's investigations would seem to show that nothing is added to the store during tapping; the tree consumes the food it is then manufacturing and draws on its reserve as well. Now, the amount of reserve food in a young Hevea is astonishingly large, and whether the trees are widely or closely planted it is quite sufficient to ensure bark renewal. Therefore *for the first renewal* the two trees will be practically equal as far as their food reserve is concerned, while the closer planted have the advantage of a damper atmosphere. The latter may, therefore, be expected to renew their bark more rapidly. In subsequent renewals, however, the advantage is with the widely planted trees. When the closely planted trees grow up, their crowns interfere, and ultimately become mere bunches of leaves at the top of a long stem. A crown of this kind cannot form an adequate supply of reserve food, and therefore the bark renewal must be slower. The influence of a damper atmosphere cannot compensate for lack of food.

Hevea interplanted with cacao is, as far as the tapping area is concerned, in a damper atmosphere than if the Hevea had been planted throughout instead of cacao. Moreover, since it overtops the cacao, the factor of diminished food supply through interference of the crowns of adjacent trees does not enter into consideration. It is to be expected, therefore, that bark renewal on such trees will be more rapid than on widely planted Hevea. But the advantage is one that cannot be made use of, since the disease factor puts mixed Hevea and cacao planting quite out of the question.

The subject of bark renewal has been discussed above, quite apart from any consideration of diseases. If diseases are taken into account, the damper atmosphere of a closely planted area must be regarded as a decided disadvantage, as it has already been proved in the case of cacao. But the details

[Reprinted from the *Tropical Agriculturist*, Vol. XXXV., No. 2, August, 1910.

given are sufficient to show that it is not advisable to lop Hevea with the express intention of allowing the sun to have access to the stems and so favour bark renewal. There might be cases of disease in which it would be necessary, but as a general practice it would defeat the object desired.

The system of tapping one quarter of a tree at a time by what is practically a half-herring bone is now largely followed in Ceylon. On some of our best estates the system is varied by tapping for three months on one side of the tree, then three months on the other side, etc. In a recent publication, Gallagher states that similar changing applied to the full herring bone is wasteful since each cut must be tapped at least three times before a normal flow of latex begins. There is, however, a difference between the Ceylon system and that condemned by Gallagher. In the latter, one-half of the herring bone is tapped for three months, and then two months' rest is given before the other half (of the same herring bone) is tapped. It would appear, therefore, that the delay in obtaining a normal flow is due to the two months' rest.

It would, however, be interesting to know whether any similar result is experienced in Ceylon when the tapping is changed from one side to the other. As the change is made at a definite time any diminution in yield would certainly be noticeable. Theoretically it would appear that there should not be any diminution. When Parkin experimented on the Henaratgoda trees, he tapped by separate V's, making them each time four to six inches from the former V's. Yet he obtained a regularly increasing flow of latex, just as is obtained by re-opening the same cut. It would seem from this that, provided the tapping is continuous (Parkin tapped every week), a normal flow should be obtained on whichever side the tree is tapped.

Now that the history of rubber cultivation is under discussion, it may be as well to note that Parkin's suggestion that the present method of re-opening the cut is a deduction from his results is scarcely warranted by facts. The method of re-opening the cut was in use in the Straits prior to Parkin's visit to the East, and it was introduced into Kalutara from there.

For several years it has been stated that there is a difference in the yield in Hevea from cuts which slope in opposite directions,—that a cut which slopes down to the right yields more rubber than a cut which slopes down to the left. But no figures have been adduced in support of this statement, nor has any experimental result bearing upon the question been published. A test experiment would not be difficult. In order to avoid variations due to the tree, the tapping should be done on opposite sides of the same tree. The cuts should be of the same length, and at the same angle to the vertical, and tapping should be done on both sides on the same day, the latex and scrap of the two sides being, of course, kept separate. Both sides should be treated exactly the same, except that on one side the cuts will slope down to the right and on the other they will slope down to the left. More than one tree may be taken if desired, but, if so, all should be tapped on both sides. But it is not necessary to multiply the number in order to obtain an exact result. Where the difference is likely to be small, a careful experiment on one tree will yield a more reliable result than an uncontrollable experiment with one hundred. The tapping should be carefully examined to see whether the cooly taps deeper on one set of cuts than on the other; one explanation of the alleged difference is simply that the cooly finds it easier to tap in one direction than the other, and goes deeper into the bark when tapping in the direction he finds the more difficult. This explanation would attribute the alleged effect to the cooly, not to the tree.

If the supposed difference can be proved to be really existent, the following observations may lead to an explanation. On stripping off the bark from a dead Hevea, the wood will be found to be faintly ridged, more or less vertically, in lines which indicate the directions of the vessels in the stem. Of twenty-five stems which happened to be in the laboratory, it was found that the fibres sloped slightly up to the right in eighteen, while in the other seven they were practically vertical. The latter seven were nearly all stems nine inches or less in girth, while the eighteen included stems over nine inches and up to twenty-seven inches. It would seem therefore that the slope occurs in older trees, but not in very young trees. If such a slope can be shown to exist in the cortex, that is, if the latex tubes are not vertical but inclined at a slight angle to the right, the fact would be sufficient to explain the alleged difference in yield, provided that we assume, as Wright and Parkin do, that the latex tubes do

not open into one another freely. On all these points relating to the cortex, however, we are still in the dark, for, strange though it may appear, no one hsa yet investigated mature Hevea bark with the object of determining the arrangement, structure, and relative number of the laticiferous vessels. Needless to say, the sections of seedlings which were offered in 1907 do not in any way contradict this statement.

If the laticiferous vessels do slope up to the right in the manner indicated, and if the contention that they do not anastomose freely is correct, then a cut sloping down to the right will sever more latex vessels than one of the same length which slopes down to the left. For example, if the laticiferous vessels are inclined at an angle of 5° to the vertical, and the cuts are made at an angle of 45° to the vertical, then the cut which slopes down to the right will sever nearly 20 percent. more vessels than that which slopes down to the left. This calculation of course accumes that the vessels are distributed regularly round the tree.

Root Diseases of Tea.

By T. Petch.

(*Reprinted from "The Tropical Agriculturist," May, 1907, pages 292-295.*)

The literature of the plant diseases of any country shows that our knowledge of them always follows the same course of evolution. Leaf diseases always come into prominence first; when the cultivator has grasped the idea that a plant can suffer from definite diseases, he finds that stems are also liable to be attacked; and, in due time, he arrives at the conclusion that even roots are not immune. Ceylon exhibits the development of these phases in a marked degree. Coffee leaf disease was followed by tea leaf disease; then came cacao canker, and after some years, tea root disease. But it must not be assumed from this sequence, that there was no "canker" in the days of coffee, or no root disease in the early days of "Grey Blight." There is little doubt that such diseases existed though their effects may have been masked by the more prevalent leaf diseases. Moreover, there is always a tendency to attribute all diseases to one cause, and it generally happens that what is at first thought to be one disease proves on further examination to be half a dozen. As has been pointed out before, this sub-division does not indicate a greater amount of disease, but it may in some cases, with a fuller knowledge of the fungi, suggest other methods of dealing with them.

The Peradeniya Circular on "Root Disease in Tea" (Vol. II., No. 6, July, 1903.) refers briefly to the possibility that the great variability observed in the appearance of the roots of tea bushes killed by root disease may indicate that the cause is not in all cases the fungus (*Rosellinia radiciperda*, Mass.) therein described. It has now been ascertained by numerous cultivations of the mycelium on dead or dying roots, that there are several distinct fungi which attack the roots of tea, and judging from the number of specimens submitted, *Rosellinia* is one of the less common of these.

Upcountry Tea Root Disease.

The root disease which appears to be most prevalent above 4,000 feet is easily distinguished from *Rosellinia*. When the dying bush is uprooted in the ordinary way, the root is seen to be covered with small white raised patches or knobs, seldom exceeding one-tenth of an inch in diameter. The margin of these nodules is reddish, and in some cases there may be also coarse reddish strands spreading over the surface of the root. From these nodules a mycelium spreads to other roots; this is white at first, but subsequently forms a thick cord with a tough red coat. The mycelium between the bark and the wood forms a thin continuous white sheet. In the majority of cases, the root decays completely and can be rubbed into powder; frequently one finds, on breaking it up, a thin gelatinous red sheet extending across the dead root, but I have not yet seen any fructification on tea bushes in the field.

But by cultivation under suitable conditions, the fructification is easily obtained. This generally appears on the stem just above ground; it may, however, grow out horizontally on the surface of the soil, and in one cultivation the mycelium spread downwards from the root and produced the fructification on the under surface of the flower pot. The latter occurrence illustrates the travelling power of the fungus. The fructification (sporophore) forms a white or pinkish patch, several inches in diameter, studded with minute holes, adhering to the stem. Beneath the comparatively soft upper tissue, and lying next to the wood or soil, is a red horny

layer. The edge of the growing sporophore is white, in old specimens it is red and horny. In the photograph, the sporophore is just above the collar, (*i.e.*, half way up the figure), and the red edge is well marked on the lower side. The minute holes are the openings of close-packed tubes in which the spores are produced. The fungus thus belongs to the same family as that which causes root disease in Hevea. It was named *Poria hypolateritia* by Berkeley years ago from Indian specimens, and owes its name to the underlying hard, red layer.

This appears to be the fungus which spreads to the tea from the roots of *Symplocos spicata*, the Bombu; but in some instances jungle stumps are not present, and it seems probable that the infection in these cases is brought about by spores. The fungus is fairly common in upcountry jungles on dead logs, *e.g.*, at Hakgala and Pattipola.

Lowcountry Tea Root Disease.

In the lowcountry districts, all root disease in tea appears to be caused by one species of fungus. The indications on dying roots are not as clear as those of *Poria* or *Rosellinia*, but there is no difficulty in finding them once they have been pointed out. The roots show small black nodules or warts, which probably give rise to underground mycelium, though this has not been clearly established. The mycelium between the wood and bark spreads in white or yellowish fan-shaped patches which acquire a black edge when they meet a crack in the bark. Irregular black lines are seen in a cross section of the root.

The fructification appears on the lower part of the stem, emerging through a crack in the bark in the form of a white swollen cushion. This spreads over the surface as a more or less flattened white plate which finally becomes grey and concentrically zoned. The photograph shows two fructifications on the right, one half ripe and the other just developing; the latter is not yet zoned. The remaining fructifications (on the left) have been spoilt to some extent by insects. When quite ripe, it is a grey, concentrically zoned plate marked with minute black dots; it lies close to the surface of the stem but is only attached at one point. The under surface is black, and the whole structure is hard and brittle. Two kinds of spores are produced. The first are borne on the outer surface when the fungus is wholly white; the specimen (in the photograph) just developing is in this condition. The second are produced when the fungus is quite ripe, in minute chambers whose openings are the black points previously referred to. The fungus is an undescribed species of *Ustulina*. Its distribution in the lowcountry has not yet been ascertained, and it is not yet known whether it spreads to the tea from any particular species of tree. There are specimens in the Herbarium, collected in 1868, labelled "Central Province, and South of the Island;" these agree in shape with the form described above. A slightly different form occurs on tea bushes in the field; this grows to a height of half an inch, beginning with a very thin base, and widening out to a flat circular top, about a quarter of an inch in diameter. Several of these structures grow together, and the group then resembles a different order of fungi; but they develop with the other form under cultivation, and sometimes the heads fuse into the usual large flat plate. I have gathered the fructification from tea bushes which showed hardly any sign of disease, and it seems most probable from this, that the progress of the fungus is very slow.

Rosellinia.

Rosellinias are fairly plentiful in the tropics. There are twelve species among the fungi collected by Thwaites, and one of these, *Rosellinia bunodes*, has been found to be the cause of root disease in Southern India. It has recently been collected in Ceylon but, as far as is known at present, it is not one of those which attack tea in this country. There appear to be two species on tea, one of which also

Photo by T. Petch.

"LOW-COUNTRY" TEA ROOT DISEASE.
(½ NATURAL SIZE.)

Photo by T. Petch.

"UP-COUNTRY" TEA ROOT DISEASE.
(⅛ NATURAL SIZE.)

attacks camphor and *Panax*. They differ from the other tea root diseases in that their mycelium is to a great extent external. One of our species covers the root with black strands; the other forms a loose coating which is at first white and afterwards smoky grey or black. When the mycelium penetrates the bark it spreads out in the shape of stars over the wood. With a microscope there is never any difficulty in determining *Rosellinia* mycelium as it shows peculiar characteristic swellings on the hyphae.

The difficulty of obtaining the ascospore fructification (perithecia), either in cultivation or in the field, has been repeatedly referred to. These are small black spherical bodies about one-twelfth of an inch in diameter, and they usually grow in clusters. I have one specimen, presumably on tea, and others on Panax, but in each case there is some doubt whether they were connected with the mycelium on the roots. Neither of these is *Rosellinia radiciperda*, Mass., and this species has most probably not occurred in Ceylon. These fructifications can only be produced above ground, and are most likely to be found at the base of the stem.

But another fact in the life history of *Rosellinia* has been completely overlooked in dealing with the Ceylon disease. As soon as, often before, the bush is dead, another form of spore is produced in myriads on the stem. The lower part of the stem, sometimes to a height of a foot, is covered with a black velvety coat of close-set erect hyphae which bear innumerable spores at their extremities. When these spores are produced the surface is grey with them. I have had tea stems attacked by *Rosellinia* under cultivation for more than a year, and during the whole time there has been a constant succession of crops of these spores. It is probable that these serve for the propagation of the fungus under ordinary conditions, and that the ascospores—which are resting spores enabling the fungus to survive unfavourable conditions—are rarely produced. It follows that it is a waste of time to trench round diseased areas without at the same time burning the dead and dying bushes; and these should be burnt on the spot, if possible, as carrying them about the estate will inevitably spread the spores. Most of the cases of *Rosellinia* sent in are in this spore-bearing stage.

In dealing with the *Rosellinia* on Panax, it was found that the mycelium spread on the surface of the soil among the dead leaves at the base of the hedge, and it was impossible to stop it until these had been raked away. In most cases the disease originates on Grevillea stumps and spreads underground. *Rosellinia* is apparently not known in lowcountry districts, but may be found in all others.

Preventive Measures.

When a bush is attacked by root disease, there is practically no hope of saving it. All measures must be directed to preventing the spread of the fungus to neighbouring bushes. As the mycelium spreads under ground, and usually within the first foot of the soil, trenches about eighteen inches deep must be dug round the dying bushes in order to isolate them. It is better to include within the area enclosed by the trench a ring of the surrounding apparently healthy bushes, since it is most probable that the mycelium will already have advanced underground as far as these. The dead bushes within this area must be dug out and burned; this is especially necessary in the case of *Rosellinia*, because the spores of the fungus are always produced as soon as the bush is dead and are soon blown away. Carrying the bushes about the estate should be avoided as far as possible. When this must be done with *Rosellinia* affected bushes, the stem should be scorched, by burning some material at the base or by applying a torch before, the bushes are dug up. The ground from which the bushes have been removed should be forked over with quicklime and left exposed for a year.

Burial of Prunings.

The burial of prunings is a practice peculiar to tea cultivation. Its advantages are theoretically two-fold. Breaking up the upper layers of the soil preserves the moisture in the subsoil, so that cultivated lands lose less in times of drought than those uncultivated; and to some extent the burial of prunings thus ensures a cultivation, at least a partial one, which would not otherwise be obtained in tea growing. In the second place, the nitrogen in the prunings is ultimately converted into food for the plant. As most of the objections to treating prunings in any other way are based on the loss of nitrogen, it is worth while to enquire further into this point.

The nitrogen is of no use to the plant until it is converted into nitrate. The prunings are decomposed by bacteria, or fungi, or both, and the nitrogen in the residue is converted by other more specialised bacteria into nitrate. Now, although, in Ceylon, leaves and twigs decay fairly rapidly on the surface of the soil, it seems to be a well-authenticated fact that prunings buried in holes persist for a much longer time than they would in temperate climates. I have had prunings, dug up at the end of six months, which showed hardly any decay; they had been buried in the approved fashion with basic slag. It seems probable that at least one factor militates against the successful working of soil bacteria; they do not flourish in an acid medium. When the medium, *i.e.*, soil or prunings, becomes in the slightest degree acid, decomposition can only be effected by fungi. The growth of fungi on the prunings indicates that the medium is acid. The amount of lime in the basic slag is apparently insufficient to neutralise the acids formed by the organic matter. It may be suggested that the slow decay is connected with a decomposition by fungi only.

When the prunings are decomposed, the nitrogen has still to be converted into nitrate by special nitrifying bacteria. These again do not flourish in an acid medium (they are absent from peaty soils); they are practically confined to the first nine inches of the soil, and they require for successful working a free aeration of the soil and a base to neutralise the acids produced. With deep burying as usually practised, it cannot be said that any of these conditions are realised and the process of conversion will, to say the least, certainly not be rapid. Until the bacteriology of the process has been examined, it must remain a moot point, how much of the improvement noted after burying prunings is due to the nitration of the nitrogen in them, and how much is due merely to the disturbance of the soil.

But where root disease is known to exist, the burial of prunings should certainly be discontinued. We are relying on fungi for their preliminary decomposition, and as all the tea root fungi can live comfortably as saprophytes, the process is a cordial invitation to them to extend their operations. Except in the case of *Rosellinia*, exact proof of their acceptance can only be obtained by growing to maturity the mycelium found in the holes, and as the material even from one hole is no small quantity, pot cultivations must evidently be pretty extensive if any positive result is to be obtained. This is now being attempted in the case of the low-country tea root disease. The species which causes the disease has not yet been obtained from them, but more than half of those which have grown from the prunings belong to the same group of fungi. I agree that no hard and fast rule can be laid down in this matter, but I must point out that in several recent instances objections of this type have always been made *after* the hard and fast rule has been laid down by the advocates of one practice.

I shall be glad to receive, from the lowcountry for the present, samples of prunings taken from the holes six months after burial. Those which show some mycelium should be included, but the sample should not consist wholly of these. They should be packed in tins to avoid death or retardation from drying; two 1 lb. biscuit tins would afford sufficient material for one pot. Details of any root disease should accompany the specimens.

MEDEDEELINGEN

UIT

'S LANDS PLANTENTUIN.

XXXVII

DE NEMATODEN DER KOFFIEWORTELS II.
DE KANKER (ROSTRELLAZIEKTE) VAN COFFEA ARABICA

DOOR

Prof. Dr. A. ZIMMERMANN.

(met 21 figuren in den text).

BATAVIA
G. KOLFF & Co.
1900.

INHOUD.

I. De Nematoden der koffiewortels. II. . . . . pag. 1.
1. Heterodera radicicola Greef. in Brazilië en Java. . „ 1.
2. Aphelenchus Coffeae . . . . . „ 6.
3. Tylenchus acutocaudatus Zn. . . . . „ 7.
4 Statistiek . . . . . „ 11.
5. Bestrijding der aaltjesziekte . . . . . „ 15.
II. De kanker (Rostrella-ziekte) van Coffea arabica. „ 24
1. Uiterlijk verschijnsel en nawijs der ziekte. . . . „ 24.
2. Verbreiding en nadeel door de aaltjesziekte te weeg gebracht. . . . . „ 30.
3. Ontwikkelingsgeschiedenis van Rostrella Coffeae. . „ 32.
4. Infectieproeven. . . . . „ 45.
5. Bestrijding der kankerziekte. . . . . „ 55.

I. DE NEMATODEN DER KOFFIEWORTELS. (II)

1. *Heterodera radicicola Greef in Brazillië en Java.*

Heterodera radicicola GREEF, eene nematode, die in talrijke verschillende planten der tropen en der gematigde zone, b.v. in tabak, pisang en klaver, dikwijls in zeer groote hoeveelheden optreedt, werd het eerst in Brazilië en later ook op Java in de koffiewortels waargenomen. Op dit oogenblik schijnt zij hier op Java echter niet meer in de koffiewortels voor te komen of daarin ten minste zeer zeldzaam te zijn. Althans heb ik *Heterodera* in de koffiewortels nooit kunnen aantoonen, ofschoon ik in de laatste jaren zeer groote hoeveelheden van meer of minder ziekelijke koffiewortels kon onderzoeken. Desniettegenstaande is een kort overzicht der over het voorkomen dezer nematode in de koffiewortels voorhandene litteratuur, die in verschillende tijdschriften verstrooid is, niet geheel zonder belang. In aansluiting hieraan zullen dan nog eenige waarnemingen en proeven beschreven worden, die ik hier op Java met *Heterodera radicicola* heb gedaan.

Over het voorkomen van nematoden in Brazilië werd het eerst door JOBERT 1) eene mededeeling gemaakt. Volgens deze werd op verschillende koffieondernemingen der provincie Rio de Janeiro eene wortelziekte waargenomen, waarbij in de met knobbelachtige verdikkingen voorziene wortels eene als „anguillule" aangeduide nematode kon aangetoond worden. Ofschoon JOBERT daarvan geene nauwkeurige zoölogische beschrijving geeft, schijnt het mij toch ontwijfelbaar, dat de genoemde onderzoeker reeds de *Heterodera radicicola* heeft waargenomen.

Eene uitvoerigere mededeeling over de Braziliaansche aaltjesziekte werd in het jaar 1887 door GOELDI 2) gepubliceerd. Dit werk

1) Comptes rendus hebdom. 1878. T. 87 p. 941.

2) Relaturio sobre a molestia do cafeeiro na provincia do Rio de Janeiro. (Archivos do Museu Nacional. 1887. Vol. VIII).

werd o. a. door VAN GORKOM 1) uitvoerig gerefereerd, zoodat ik mij daarom tot eenige korte mededeelingen hierover kan beperken. Volgens het onderzoek van GOELDI is de ziekte het eerst in het jaar 1870 in het noordelijk gedeelte der provincie Rio waargenomen en heeft zich van daar uit zoodanig uitgebreid, dat in 1887 het geïnfecteerde areaal reeds op 1/23 der provincie geschat werd en de koffieoogst op omstreeks 1/2 van de normale oogst moet gereduceerd zijn. Vele koffielanden werden verlaten of de koffie door suikerriet vervangen. Het in de wortels der zieke planten gevonden aaltje werd door GOELDI als *Meloidogyne exigua* aangeduid en zijne ontwikkelingsgeschiedenis nauwkeurig beschreven. Deze vertoont nu echter eene zeer groote overeenkomst met die van *Heterodera radicicola* GREEF en door SOLTWEDEL 2) en RITZEMA BOS 3) wordt dan ook aangenomen, dat het Braziliaansche koffieaaltje met de *Heterodera radicicola* identisch is.

Over het verder verloop der aaltjesziekte in de provincie Rio heb ik tot mijn spijt tot nog toe slechts eene korte mededeeling in het Tijdschrift voor Land- en Tuinbouw en Boschcultuur in Ned. Oost-Indië 4) kunnen vinden. Daar wordt medegedeeld:

„Iemand, die volkomen op de hoogte van landbouwzaken in Brazilië is, deelt ons van uit Rio de Janeiro mede: Ueber die Kaffeeseuche hört man hier gar nichts mehr, war überhaupt eine verschwindend kleine Zone betheiligt."

Op Java werd de *Heterodera radicicola* in het jaar 1889 door SOLTWEDEL (l. c. p 146) aangetoond. De genoemde schrijver vond dit aaltje op drie verschillende ondernemingen van Midden-Java; het schijnt hier echter geene groote verspreiding te hebben bezeten. Althans heeft de genoemde schrijver eenigen tijd later tevergeefs naar *Heterodera* gezocht 5). Door R. HAGENAAR 6) wordt wel is waar aangegeven, dat koffiewortels met knodsachtige verdikkingen reeds sedert langen tijd

1) Supplement op de Oost-Indische Cultures 1890. p. 36 — 47.
2) Tijdschrift voor Land- en Tuinbouw en Boschcultuur in Nederl. Oost-Indië. 1890, Jaarg 5. p. 147.
3) Revue des cultures coloniales. 1898. T. IV. p. 171.
4) Jaarg. 5. p. 598.
5) Tijdschr. v. L. — en T. en B. in N. O. I. Jaarg. 5. p. 224.
6) Ibid. p. 252.

in de verschillendste gedeelten van Java zijn waargenomen. Deze schijnen echter nooit mikroskopisch onderzocht te zijn. Dat daarin nematoden zouden aanwezig geweest zijn, wordt daardoor zeer onwaarschijnlijk, dat zich uit de bedoelde planten normale boomen ontwikkeld hebben, wanneer slechts de knodsachtige verdikkingen bij het uitplanten verwijderd werden. Het schijnt mij niet mogelijk, dat hierdoor aaltjes werkelijk in voldoende mate zouden te verwijderen zijn.

Zooals reeds gezegd werd, heb ik tot nog toe *Heterodera radicicola* in de koffiewortels niet kunnen aantoonen. Dit is des te meer te verwonderen, daar ik dit aaltje op vele koffielanden in verschillende onkruiden, b. v. in den Wedoesan (*Ageratum spec.*), midden tusschen de koffie in zeer groote hoeveelheden kon waarnemen. In overeenstemming hiermee is het mij ook niet gelukt bij eenige dienaangaande proeven koffieplanten kunstmatig met *Heterodera* te infecteeren. Niettegenstaande dit negatief rusultaat schijnt het mij toch de moeite waard deze proeven te dezer plaats kort te beschrijven:

Op den 8/12-1898 werden in bloempotjes geplant te zamen met afgesneden wortelstukken van *Coleus*, die zeer talrijke door *Heterodera* veroorzaakte aanzwellingen bezaten:

I. 2 gezonde planten van Coffea arabica en een aflegger van Coleus.
II. 2 gezonde planten van Coffea arabica.
III. 1 aflegger van Coleus.

Op den 11/2-1899 werden de planten uit de potten genomen en nauwkeurig onderzocht en wel met het resultaat, dat in alle Coleusplanten zeer talrijke *Heterodera* bevattende wortelaanzwellingen konden waargenomen worden, terwijl aan de 4 koffieplanten geen spoor van *Heterodera* te zien was.

Er werden nu van de twee Coleusplanten de wortels afgesneden en in pot I en II gebracht en dan in ieder weder 2 van de 4 koffieplanten gezet. In pot III kwam daarentegen zonder toevoeging van oude Coleuswortels een nog geheel onbewortelde aflegger van Coleus. Blijkbaar hadden de koffieplanten in dit geval veel meer kans besmet te worden dan de Coleus. Toch bleek bij het op den 8/5-1899 voorgenomen onderzoek, dat de 4 koffieplanten ook nu volkomen vrij van *Heterodera* gebleven waren, terwijl de Coleus weder zeer talrijke aanzwellingen met *Heterodera* aan de intusschen gevormde wortels bezat.

Verder wil ik hier nog mededeelen, dat ik niet lang geleden 2 landen in Midden-Java bezocht van waar vroeger Dr. Solt-

WEDEL materiaal tot onderzoek had ontvangen. Mij werd ook verzekerd, dat hier vroeger aanzwellingen aan de koffiewortels aanwezig waren, die volgens het onderzoek van Dr. SOLTWEDEL door *Heterodera radicicola* waren veroorzaakt. Ik heb nu op deze ondernemingen op verschillende plekken de eenigszins verdachte boomen van Java- en Liberiakoffie onderzocht, maar zonder ergens verdikkingen of andere de aanwezigheid van *Heterodera* waarschijnlijk makende verschijnselen te kunnen waarnemen. De onderzochte boomen hadden ook allen een betrekkelijk goed ontwikkeld wortelstelsel en waren blijkbaar niet door aaltjes beschadigd, met uitzondering van een op eene hoogte van c. 4500 voet gelegen plekje, waarop de Javakoffie uitstierf en in de wortels talrijke exemplaren van *Tylenchus acutocaudatus* gevonden werden. *Heterodera* heb ik ook in Midden-Java nergens in de koffiewortels aangetroffen, ofschoon hier dikwijls in dicht aan koffietuinen grenzende tabakvelden zeer groote hoeveelheden van *Heterodera* te vinden waren en aan de tabakplanten zeer veel kwaad deden.

Hoe het nu echter te verklaren is, dat *Coffea arabica* op het oogenblik op Java voor *Heterodera radicicola* niet vatbaar te zijn schijnt, ben ik niet in staat met zekerheid aan te geven. Men zoude het wel voor mogelijk kunnen houden, dat variaties in de hoedanigheden der koffiewortels hierbij eene rol spelen of dat hetgeen men *Heterodera radicicola* noemt, in werkelijkheid verschillende soorten of variëteiten zijn, waarvan slechts eene de koffiewortels aantast en dat deze soort of variëteit nu op Java niet of slechts zeer zelden voorkomt. Het laatste schijnt mij bij de moeielijkheden, die juist bij het geslacht *Heterodera* het onderscheiden der verschillende soorten veroorzaakt, niet geheel uitgesloten. Natuurlijk is het echter ook zeer wel mogelijk, dat op het voorkomen van *Heterodera* in de koffiewortels nog andere, tot nu toe onbekende oorzaken van invloed zijn.

Met nadruk wil ik er echter nog op wijzen, dat, ofschoon het wel moeielijk is, de verschillende soorten van *Heterodera* te onderscheiden, eene verwarring van een tot het geslacht *Heterodera* toebehoorend aaltje met een aaltje van een ander geslacht, bijv. een *Tylenchus of Aphelenchus*, zoodra men de verschillende ontwikkelngs-

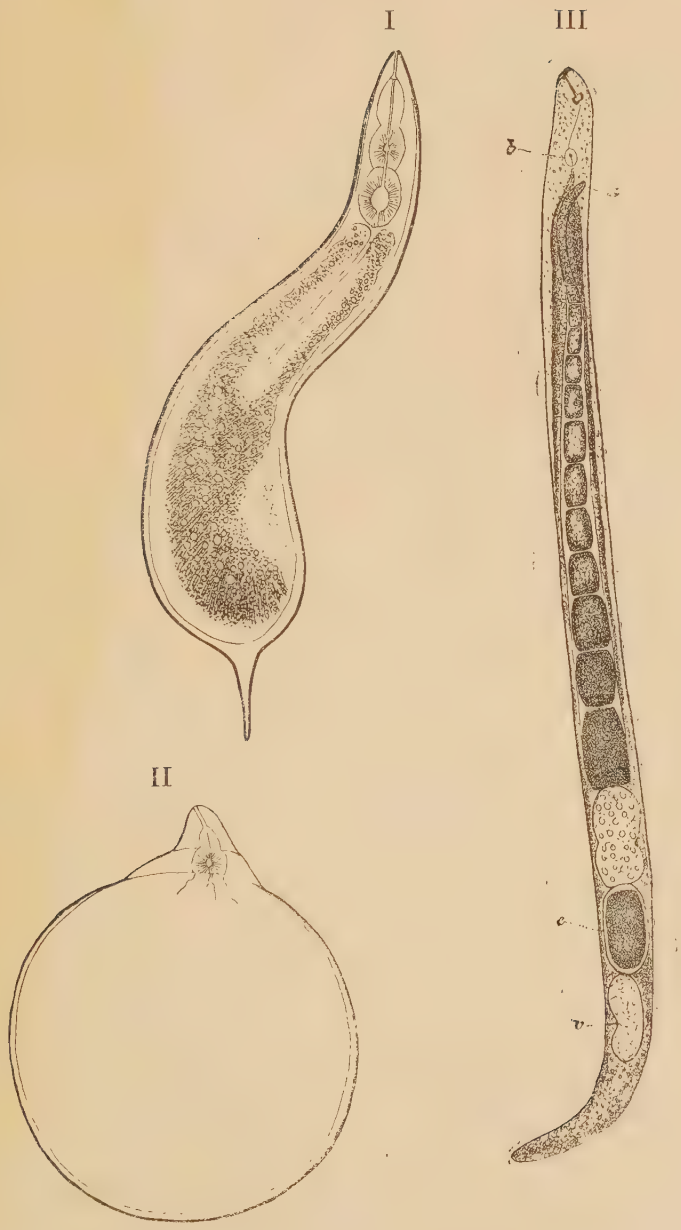


Fig. 1. I Larf, II volwassen wijfje van *Heterodera radicicola* na a Goeldi. I 240, II 90 maal vergroot. III. Volwassen wijfje van *Tylenchus Coffeae*, 178 maal vergroot.

stadiën bij elkaar heeft, voor iemand, die eenigszins met de gedaante der verschillende aaltjes bekend is, niet mogelijk is. Vooral is het volwassen wijfje van *Heterodera*, dat zooals in (Fig. 1, II) te zien is, bijna bolvormig is opgezwollen, van een wijfje van *Tylenchus* (Fig. I, III), dat evenals de overige ontwikkelingstadiën eene palingvormige gedaante bezit, zeer gemakkelijk met volle zekerheid te onderscheiden. Men zoude dus zeker zeer onrechtvaardig handelen, wanneer men wilde aannemen, dat mikroskopisten zooals Goeldi en Soltwedel zich in dit opzicht zouden vergist hebben.

In ieder geval schijnt mij nu echter het in Midden-Java gedane onderzoek daarom van eenig belang, omdat daardoor zeer onwaarschijnlijk wordt, dat de reeds sedert jaren plaats hebbende achteruitgang der Javakoffie in deze streken, zooals ik dikwijls heb hooren beweren door dezelfde aaltjesziekte zoude veroorzaakt zijn, die vooral in de laatste jaren in Oost-Java aan de Javakoffie zooveel kwaad heeft gedaan. Van de negen landen, die ik kort geleden in Midden-Java kon bezoeken, heb ik slechts op de eene reeds genoemde plek aaltjes in de koffiewortels kunnen waarnemen, ofschoon de Javakoffie bijna overal een zeer kwijnend uiterlijk had. Voor zoover ik uit de tot nog toe bekend gewordene publicaties heb kunnen nagaan, is overigens door Dr. Soltwedel zelf nooit beweerd geworden, dat bij den achteruitgang der Javakoffie in Midden-Java de aaltjes de hoofdzaak geweest zijn. Zouden echter nog andere publicaties over dit onderwerp te vinden zijn, zoo zoude ik voor eene mededeeling dienaangaande zeer dankbaar zijn.

2 Aphelenchus Coffeae.

In de laatste jaren werd in Brazilië — en wel in de meer zuidelijk dan het vroeger door *Heterodera* aangetaste terrein gelegen provincie S. Paolo — eene koffieziekte waargenomen, die zich langzamerhand meer en meer heeft uitgebreid en reeds vrij aanzienlijke boomcomplexen gedood heeft. Deze ziekte werd door Noack 1) het eerst nauwkeurig onderzocht en wordt volgens dit onderzoek eveneens door aaltjes veroorzaakt, maar in tegenstelling tot de vroeger

1) Zeitschrift fur Pflanzenkrankh. 1898. p. 137 en 202.

in de provincie Rio waargenomene ziekte niet door eene *Heterodera*, maar door een als *Aphelenchus Coffeae* aangeduid aaltje.

Een tot het geslacht Aphelenchus behoorend aaltje heb ik ook hier op Java in de koffiewortels gevonden en in mijne eerste uitvoerige mededeeling over de nematoden der koffiewortels 1) eveneens onder den naam *Aphelenchus Coffeae* beschreven. Of nu echter deze *Aphelenchus* met den door NOACK waargenomene identisch is, ben ik niet in staat op te geven, omdat NOACK nog geene beschrijving van zijnen *Aphelenchus Coffeae* gegeven heeft. In ieder geval is echter op Java, voor zoover ik tot nog toe kon waarnemen, door geene *Aphelenchus*-soort eene noemenswaardige schade aangericht. Ik heb den *Aphelenchus Coffeae* wel is waar hier en daar in zieke of doode koffiewortels aangetroffen, maar toch nooit in zeer groote hoeveelheden en ook slechts in wortels, waarin gelijktijdig de *Tylenchus Coffeae* of *T. acutocaudatus* aanwezig was.

3 Tylenchus acutocaudatus Zn.

In de koffiewortels heb ik tot nog toe twee verschillende soorten van *Tylenchus* aangetroffen, die ik onder den naam *Tylenchus Coffeae* en *T. acutocaudatus* heb beschreven. Van de eerste soort, die ik om verschillende redenen voor de hoofdoorzaak der aaltjesziekte meende te moeten aanzien, heb ik in mijne eerste mededeeling over de Nematoden der koffiewortels (Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin No. 27 p. 16 — 35.) de geheele ontwikkelingsgeschiedenis uitvoerig beschreven, terwijl van den *Tylenchus acutocaudatus* slechts over het volwassen wijfje eene korte mededeeling gemaakt werd 2).

Intusschen heb ik nu reeds op het Koffiecongres te Malang kunnen mededeelen 3) dat ook de *Tylenchus acutocaudatus* in de koffie zeer dikwijls voorkomt en b. v. op vele aaltjesplekken in het Loemadjangsche zonder uitzondering is waargenomen. De door dit aaltje aangetaste wortels zijn uiterlijk meest daaraan te herkennen, dat zij met onregelmatige, knobbelachtige verdikkingen voorzien zijn, die door uitgroeien uit het hout der wortels ontstaan. Bij mikros-

1) Mededeel. uit 's Lands Plantentuin, no. 27 p. 44.
2) L. c. p. 42.
3) Verslag van het I. Koffie-Congres. 1898 p. 29.

kopisch onderzoek vindt men verder, dat het grootste aantal van *Tylenchus actocaudatus* gewoonlijk in het cambium en in de jongste schorslagen voorkomt, terwijl *Tylenchus Coffeae* over de geheele schors verspreid is en aan deze eene vrij gelijkmatig bruine kleur geeft.

Dat *Tylenchus acutocaudatus* werkelijk als de oorzaak van het afsterven der aangetaste planten is te beschouwen, volgt reeds daaruit, dat dit aaltje evenals *Tylenchus Coffeae*, altijd in die wortelgedeelten te vinden is, die op het punt staan af te sterven, dus aan de grens tusschen de reeds verrottende en de nog volkomen gezonde en wit gekleurde wortelgedeelten. Overigens heb ik ook eenige infectieproeven met *Tylenchus acutocaudatus* genomen, die in het algemeen dezelfde resultaten hebben gegeven, als die met *Tylenchus Coffeae*. Ik wil daarom slechts eene van deze proeven hier beschrijven.

Bij deze werden op den 11/11—98 2 gezonde planten van Java-koffie samen met wortelstukken, die van eene koffieonderneming in het Loemadjangsche afkomstig waren en vele *Tylenchus acutocaudatus* bevatten, in een potje geplant.

Op den 29/4—99 waren de wortels van de Java-koffie planten reeds bijna volkomen afgestorven en bevatten volgens het mikroskooisch onderzoek groote hoeveelheden van *Tylenchus acutocaudatus*.

Verder heb ik reeds op andere plaatsen medegedeeld 1), dat ik *Tylenchus acutocaudatus* op eene onderneming in West-Java ook in de theewortels heb aangetroffen en dat hier door dit aaltje talrijke jonge theeplanten gedood zijn. Overigens schijnt het voorkomen van *Tylenchus acutocaudatus* in de theewortels slechts zeer zeldzaam te zijn. Althans heb ik intusschen van verschillende ondernemingen van West-Java afkomstige wortels van ziekelijke theeplanten kunnen onderzoeken en in geen enkel geval aaltjes daarin gevonden, terwijl de meeste dezer wortels blijkbaar door eene schimmel waren aangetast.

Daar ik nu in mijne vroegere mededeeling over *Tylenchus acutocaudatus*, slechts het wijfje heb beschreven, zal nu nog van de mannetjes, larven en eieren van het genoemde aaltje eene beschrijving gegeven worden. Omtrent de bedoelde mannetjes moet ik

1) Vergel. Teysmannia 1899. en Notulen der Soekaboemische Landbouw-Vereeniging. Juli 1899. p. 74.

echter nog opmerken, dat ik niet door cultures het volkomen zekere bewijs kon leveren, dat zij werkelijk met de vroeger beschrevene wijfjes tot dezelfde soort behooren. Ik heb echter deze mannetjes en wijfjes in zoo talrijke gevallen in dezelfde worteldeelen aangetroffen, en nooit andere wijfjes of mannetjes van Tylenchus, die anders daarmede in samenhang konden staan, dat ik erover niet in twijfel zijn kan, dat de bedoelde mannetjes en wijfjes werkelijk tot dezelfde soort behooren, en ik zal dus ook de bedoelde mannetjes eveneens onder den naam T. *acutocaudatus* beschrijven.

Fig. 2. *Tylenchus acutocaudatus*, I volwassen mannetje, II en III achtereinde, II op zij gezien, III van de rugzijde gezien. I 216 maal, II en III 380 maal vergroot.

Als lengte vond ik bij de volwassen *mannetjes* (Fig. 2) 0.5—0.66 mm. als dikte gemiddeld 3.3 % l. 1) De dikte der mannetjes is dus, evenals bij *Tylenchus coffeae* en vele andere soorten, aanzienlijk geringer dan die der wijfjes, waarvoor ik l. c. de dikte van 5.2 % l. heb aangegeven. De staart bezit bij de mannetjes eene lengte van gemiddeld 14.2 % l., de porus excretorius was 15.8 % l. van het kopeinde verwijderd.

Buitendien zijn de mannetjes van den *Tylenchus acutocaudatus* nog daardoor gekarakteriseerd, dat de kop tegen het overige lichaam van het aaltje door eene geringe insnoering begrensd en bijna dubbel zoo hoog is als bij het wijfje. Verder schijnt hij ook wat minder gecutiniseerd te zijn, ten minste wordt hij in tegenstelling

1) Vergel. deze Mededeel. No. 27. p. 22. Aanmerking.

met het wijfje in chloraalhydraat over het geheel zeer zwak lichtbrekend.

Bij den ± 13 μ langen mondstekel ontbreekt eene verdikking aan het achtereinde, terwijl daar bij de wijfjes, zooals reeds werd medegedeeld, eene vrij aanzienlijke verdikking bestaat. Men zoude daaruit misschien opmaken, dat deze mannetjes en wijfjes niet tot dezelfde soort behooren. Daartegenover staat, dat een zoodanig verschil tusschen de mannetjes en wijfjes van dezelfde Tylenchus soort reeds door verschillende natuuronderzoekers werd waargenomen. Zoo vond Bütschli 1) bij de wijfjes van *Tylenchus fungorum* eenen wel is waar zeer korten, maar toch duidelijken mondstekel, terwijl hij bij de mannetjes eenen mondstekel in 't geheel niet kon waarnemen. Voor *Tylenchus macrophallus* wordt door de Man 2) eveneens aangegeven, dat de wijfjes eenen grooteren en krachtigeren mondstekel bezitten dan de mannetjes. Deze laatste soort komt met onze ook in zoover overeen, dat bij haar de bulbus hetzelfde verschil vertoont tusschen de twee geslachten als de mondstekel. Bij de mannetjes van den *Tylenchus acutocaudatus* kon ik den bulbus slechts in enkele gevallen — het best na behandeling met verdunde chloraalhydraatoplossing — waarnemen.

Zeer duidelijk zijn daarentegen de spicula en het accessorisch stuk (cf. Fig. 2, II en III), welke de voor Tylenchus karakteristieke gedaante bezitten.

De bursa gaat in tegenstelling tot die van den *Tylenchus Coffeae*, overeenkomstig den langeren staart, niet tot aan het achtereinde der aaltjes, maar eindigt dicht achter het midden van den staart.

De *larven* stemmen in hun gestalte met die van de geslachtsrijpe dieren overeen. Den mondstekel vond ik bij allen aan het achtereinde met eene vrij sterke verdikking voorzien.

De *eieren* van den *Tylenchus acutocaudatus* zijn grooter dan die van den *Tylenchus Coffeae*. Om eene verwisseling met eieren van *Cephalobus* of andere Nematoden te vermijden heb ik slechts zulke gemeten, waarbij de ingeslotene dieren reeds met mondstekel voorzien

1) Nova Acta Acad. C. Leop. Carol. 1873. T. 36 p. 42.

2) Die frei in der reinen Erde und im süssen Wasser lebenden Nematoden der Niederländischen Fauna, Leiden. 1884. p. 154.

waren. Bij deze vond ik eene lengte van gemiddeld 77μ, eene breedte van 39μ.

4. Statistiek.

Om over de grootte der door de aaltjesziekte aangerichte schade betrouwbare gegevens te krijgen, werden op mijn verzoek aan alle particuliere landen, waarvan koffie het hoofdproduct oplevert en die reeds eene noemenswaarde aanplant van koffie bezitten, circulaires gezonden, die o.a. vragen dienaangaande bevatten. Tot mijn spijt zijn echter van deze circulaires niet veel meer dan het vierde gedeelte teruggezonden, zoo dat het mij niet mogelijk is, over de op heel Java aangerichte schade een overzicht te geven. Evenwel schijnt het mij toch de moeite waard, hetgeen ik uit de terugezonden circulaires heb kunnen opmaken samen te stellen. Uit deze samenstelling zal ook het best duidelijk worden, wat met die vragen bedoeld was en misschien den een of ander daartoe aansporen bij volgende gelegenheden eveneens aan het proefstation de gewenschte inlichtingen te verstrekken. Zeer gaarne maak ik echter van deze gelegenheid gebruik, om aan alle Heeren, die mij de circulaires hebben teruggezonden, mijn dank te betuigen. Ik wil ook dadelijk reeds hieraan toevoegen, dat ik in deze circulaires in vele opzichten belangrijke waarnemingen en ondervingen opgedaan heb, waarvan ik een gedeelte reeds in verschillende hoofdstukken van deze mededeeling heb kunnen gebruiken, terwijl andere voor verdere publicaties moeten bewaard blijven.

In de eerste plaats had ik nu de vraag gesteld, *hoeveel bouws Javakoffie zijn voor het jaar 1898 door aaltjes vernield?* Het was wel te verwachten, dat deze vraag door vele ondernemingen niet nauwkeurig kon beantwoord worden. Voor ons doel was dit echter ook niet noodig en een ongeveer schatten der aangerichte schade volkomen voldoende. Uit de op het oogenblik in mijne handen zijnde gegevens heb ik nu voor de vier residenties, die op Java op dit oogenblik de meeste Javakoffie produceeren en ook het meest door aaltjes zijn aangetast, de in de volgende tabel samengestelde cijfers verkregen:

	I. Ondernemingen, waar aaltjes werden geconstateerd.	II. Ondernemingen, waar geene aaltjes zijn geconstateerd of door deze geen noemenswaarde schade is aangericht.	III. Aantal bouws die op de ondernemingen I door aaltjes vernield.	IV. Aantal bouws die op de ondernemingen I en II met Java-koffie beplant zijn.	V. III in Procenten van IV uitgedrukt.	Aanmerkingen.
Kedirie	7	17	202	12322	1,6	Buitendien op een land 571 bouws uitgestorven; of door aaltjes?
Pasoeroean	19	15	431	24852	1,7	Buitendien op een land 500 bouws door aaltjes en oerets vernield.
Probolingo	5	3	165	2927	5,6	
Bezoeki	2	16	$12^1/_4$	6443	0,2	

In het geheel waren dus in de vier residenties voor het jaar 1898 op 84 landen c. 800, of wanneer wij de twee twijfelachtige gegevens meerekenen, bijna 2000 bouws door aaltjes vernield, waarbij echter op de residentie Bezoeki slechts een betrekkelijk gering aantal valt. Van de drie andere residenties zijn nu op de 66 landen in het geheel c. 50.000 bouws met Javakoffie beplant; gemiddeld is dus op deze 1,6 (resp. 4) pCt. door aaltjes vernield.

Hoe onvolledig echter deze opgaven nog zijn, mag daaruit blijken,

dat volgens het Handboek der Cultuur- en Handelsondernemingen in Nederlandsch-Indië in de 4 genoemde residenties niet minder dan 308 ondernemingen (Ked. 137, Pas. 88, Prob. 25 en Bez. 65) koffie als hoofdproduct produceeren. Op grond van eigene waarnemingen kan ik verder nog bijvoegen, dat onder die landen, die geene gegevens aan het proefstation gestuurd hebben, vrij talrijke zijn, die zeer aanzienlijke aaltjesplekken bezitten. Buitendien zijn er ook verschillende landen, die in hoofdzaak in gevolge van verwoestingen, door de aaltjes aangericht, geheel verlaten zijn. Dit alles in het oog houdende, geloof ik wel te kunnen beweren, dat *waarschijnlijk aanzienlijk meer dan 4000 bouws in de genoemde residenties door aaltjes vernield zijn.* Verscheidene millioenen, en wel meest vruchtdragende boomen zijn dus door aaltjes gedood. Verder moet men nog in aanmerking nemen, dat zeker op de meeste — aaltjesplekken gedeeltelijk zelfs herhaald — weer op nieuw Javakoffie is aangeplant, waarvan nooit iets is terecht gekomen. Afgezien van die plekken, die men later met Liberiakoffie of andere cultuurplanten beplant heeft, hebben ook deze duizende van bouws zeker na de vernieling der Javakoffie door aaltjes niets van beteekenis opgebracht, maar slechts onnoodig werkkapitaal verslonden.

Omtrent de andere residenties van Java kan ik mededeelen, dat ik van een land uit de residenties Soerabaja en Cheribon in voor onderzoek toegezonden wortels de aanwezigheid der aaltjesziekte heb kunnen aantoonen. In de circulaires wordt verder, afgezien van eenige twijfelachtige gevallen, voor een land in de residentie Kedoe een sporadisch voorkomen van aaltjes aangegeven. Eindelijk ware hier ter plaatse nog het reeds p. 4 aangehaalde geval uit het Semarangsche te noemen.

In de uit de Buitenbezittingen toegezonden circulaires wordt nergens de aanwezigheid van aaltjes aangegeven. Daarentegen kon ik zelf kort geleden in de Lampongsche Districten op 2 ondernemingen in enkele Javakoffieboomen de aanwezigheid van groote hoeveelheden van *Tylenchus Coffeae* aantoonen.

De tweede vraag was: *Hoeveel bouws Javakoffie zijn in het jaar 1898 door aaltjes vernield?* Volgens de in de circulaires gedane opgaven zijn dit afgezien van eenige twijfelachtige gevallen:

in de Resid.	Kediri	39	bouws
„ „	Pasoeroean	173,5	„
„ „	Probolingo	91	„
„ „	Soërabaja	100	boomen

Wanneer men hierbij nog in het oog houdt, dat het grootere deel der ondernemingen de circulaires niet heeft teruggestuurd, zal men moeten toegeven, dat in het jaar 1898 door de aaltjesziekte eene zeer belangrijke schade aan de koffiekultuur is toegebracht en toch schijnt deze schade op vele landen niet grooter geweest te zijn dan in de laatste voorafgaande jaren. In eene circulaire wordt zelfs medegedeeld, dat in het jaar 1898 de uitbreiding der aaltjesplekken in vergelijking met vroegere jaren zeer gering was.

Deze aanteekeningen zullen natuurlijk aan waarde winnen, wanneer zij een zoo groot mogelijk aantal van ondernemingen omvatten en ook over een zeker getal van jaren voortgezet worden. Misschien zal het dan ook mogelijk zijn uit te maken, of het weer en andere omstandigheden op de verspreiding der aaltjes van invloed zijn.

Eenige andere vragen zijn nog aan de *Liberiakoffie* gewijd. In de eerste plaats blijkt dat op geen land aan de aanplantingen van Liberiakoffie zoo veel schade schijnt toegevoegd te zijn, dat het verlies in bouws kan opgegeven worden. Waar Liberiakoffie door aaltjes gedood is, zijn dit meest slechts enkele boomen, midden tusschen gezonde; waarschijnlijk boomen, die tot eene minder krachtige type behoorden. Dit geldt over het algemeen ook voor boomen, die op bepaalde aaltjesplekken uitgeplant zijn.

Zoo wordt in de eerste plaats uit de residentie Kediri bericht, dat de meeste op aaltjesplekken uitgeplante Liberia's nog al goed staan, b. v. ook op eene onderneming, waar reeds in het jaar 1888 met Liberia is ingeboet op plekken, waar de Javakoffie afstierf en waar de nu nog overgebleven Java-koffie in de wortels aaltjes bevatte. Slechts voor twee ondernemingen wordt bericht, dat er enkele boomen door aaltjes gedood zijn.

Uit de residentie Pasoeroean wordt medegedeeld, dat zich op 7 landen de Liberia op de aaltjesplekken goed ontwikkeld heeft en daaronder is een land, waar deze reeds in 1891, een ander, waar zij

1892 was uitgeplant Eenige andere landen klagen daarover dat de Liberia op de aaltjesplekken zeer ongelijkmatig staat; op 2 landen is zelfs een gedeeltelijk afsterven der Liberia-koffie waargenomen, maar nog niet aangetoond, dat dit door aaltjes veroorzaakt was. Op een ander land kon ik echter verleden jaar met zekerheid de aanwezigheid van aaltjes in ziekelijke Liberiaplanten constateeren.

Weinig gunstige berichten werden van de meeste landen der residentie Probolingo ontvangen. Inderdaad heb ik hier ook reeds vroeger waargenomen, dat op verschillende plekken Liberiaboomen door *Tylenchus acutocaudatus* gedood zijn.

Wat eindelijk de *hybriden* van Liberia en Javakoffie aangaat, zoo heb ik op eene in het Malang'sche gelegen onderneming in uit zaad geteelde hybriden, die op het punt stonden af te sterven de aanwezigheid van den *Tylenchus Coffeae* kunnen aantoonen. Verder wordt ook voor een land in de residentie Probolingo aangegeven, dat hybriden door aaltjes aangetast waren.

5. Bestrijding der aaltjesziekte.

Zooals ik reeds vroeger uitvoeriger heb aangetoond, is het niet waarschijnlijk, dat men daarin slagen zal eenen eenmaal door aaltjes aangetasten boom weer volkomen gezond te maken. Daarentegen schijnt het mij wel doelmatig methoden te zoeken, waardoor óf de verdere verspreiding der aaltjesziekte kan worden tegengegaan, óf de door aaltjes aangetaste plekken weer beplantbaar door Javakoffie kunnen gemaakt worden. Zoolang zoodanige methoden niet bekend zijn, moet het verder wenschelijk zijn te weten, hoe het besmette terrein op een of andere wijze kan winstgevend gemaakt worden.

Ik wil nu eerst de mij tot nog toe bekend geworden proeven ter bestrijding der aaltjesziekte opgeven en dan eenige algemeene opmerkingen over de op dit oogenblik het best toe te passen methoden doen volgen.

1. Vergiftige stoffen. Nadat ik in de eerste, uitvoerige mededeeling over de aaltjesziekte 1) over proeven met *ijzersulfaat* ge-

---

1) Deze Mededeelingen No. 27 p. 55.

nomen, die een boven verwachting gunstig resultaat hadden opgeleverd, kon berichten, zijn in het laatste jaar op verschillende ondernemingen eveneens proeven met deze stof genomen. Tot mijn spijt heb ik nu echter reeds op het Koffiecongres te Malang 1) moeten mededeelen, dat in Soember Petoeng, waar de vroegere proeven genomen waren, intusschen op de met ijzersulfaat behandelde plek de meeste planten afgestorven waren. Is nu ook, zooals ik l. c. nader heb aangevoerd, niet geheel onmogelijk, dat de bedoelde planten door eene latere infectie van buiten besmet waren, zoo was toch in ieder geval door het latere afsterven der planten de bewijskracht van deze proef vernietigd. Evenzoo hebben nu echter blijkens de circulaires ook nog 6 andere landen bij toepassing van ijzersulfaat volkomen negatieve resultaten verkregen, terwijl 2 andere de resultaten van hun proeven eerst nog moeten afwachten. Slechts op een land werd na de behandeling met ijzersulfaat geene verdere verspreiding der aaltjesziekte waargenomen.

Op een land werd *kopersulfaat* in toepassing gebracht, maar zonder succes. Hetzelfde geldt van het op een ander land geprobeerde *keukenzout*.

Op een land werden op een stuk, waar aaltjes geconstateerd waren, de plantgaten der soelamans na het dichten met een half melkblikje ruwe *petroleum* begoten en 14 dagen daarna geplant. De planten staan voorloopig „zeer mooi". Op een ander land werden daarentegen door besproeiing en onderwerking van *petroleumresidu* slechte resultaten verkregen. Op een ander land werden de boomen door begieten met *petroleum* direct gedood. Ook de op andere landen genomen proeven, waarbij *benzine*, *creoline* en „*bijtende stoffen*" aan den grond toegevoegd werden, waren zonder resultaat.

Op een land zal een proef genomen worden met het onderwerken van *versche koffieschillen* op de besmette plekken, om te zien, of misschien de verzurende en gistende massa eenigen invloed op de aaltjes heeft.

Eenige over de toepassing van *zwavelkoolstof* in de literatuur aanwezige opgaven heb ik in Teysmannia 1899 p. 332 bijeengebracht. Uit deze samenstelling blijkt, dat tot nog toe geene met

1) Verslag p. 50.

het oog op de kosten in de praktijk toe te passen methode bekend is, waarvan voor de bestrijding der aaljesziekte der koffieplanten gunstige resultaten te verwachten waren.

2. Bemesting. Op een land werd door sterke bemesting bereikt, dat de herplante Javakoffie vrij aardig stond, toch werden er steeds planten door aaltjes aangetast. Op een ander land slaagden de soelamans niet bij 2 voet diep omwerken en bemesten met 2 blik stalmest per boom.

3. Uitgraven en verbranden der aangetaste planten. Zooals op twee ondernemingen werd waargenomen, is het uitgraven en verbranden der aangetaste planten niet voldoende om eene verdere verspreiding der ziekte tegen te gaan. Ofschoon hierdoor natuurlijk zeer vele aaltjes gedood werden, is het toch wel niet mogelijk, daardoor alle aaltjes uit den grond te verwijderen, daar deze ook vrij in de grond kunnen leven en ook bij het zorgvuldigste uitgraven enkele fijne wortelstukken in den grond zullen terugblijven.

4. Isoleeren der aangetaste plekken. Het isoleeren der aangetaste plekken door diepe goten heeft op 7 verschillende landen geene gunstige resultaten opgeleverd.

Op een ander land werd daarentegen de aaltjesziekte bestreden door het uitgraven en op het terrein verbranden van de aangetaste boomen, door graven van afsluitingsgoten, eerst om de aangetaste plek, daarna nog om de eerstvolgende rijen boomen, en door begieten dezer twee goten met ruwe petroleum. Als resultaat wordt opgegeven, dat de aaltjesziekte blijkbaar niet doorgaat, „zelfs de boomen, die tusschen de twee goten geplant zijn en vroeger wat minder goed stonden, zijn bijgekomen."

Op een ander land werd de ziekte bestreden „door isoleering middels 4 voet diepe goten, na uitrooiing van minstens 2 rijen gezonde koffieboomen. In de goten werden op geregelde tijden droog gras, alang alang en onkruid gebrand, waardoor op 't laatst de gootwanden aangebrand raakten. De aaltjesziekte kon hierdoor binnen zekere perken worden gehouden. Het was mij echter onbekend, dat de uitsterving gevolg was van aaltjes, wel vond ik vele schimmels en ook engerlingen in de wortels en er tusschen. Eerst later constateerde men aaltjes".

De uitkomsten van deze 2 proeven, die ik opzettelijk zoo uitvoerig mogelijk heb beschreven, kunnen wel tot verdere gelijksoortige proeven aanmoedigen, waarbij zoo mogelijk eene nauwkeurige mikroskopische contrôle zoude moeten plaats hebben. Wanneer het werkelijk gelukken mocht op deze wijze eene betrouwbare afsluiting der aaltjesplekken te verkrijgen, zoo zoude daardoor voor vele landen zeker zeer veel gewonnen zijn.

5. Grondbewerking. Op een land wordt de aaltjesziekte door *patjollen* bestreden en heeft zich hier volgens de opgave in de circulaires slechts weinig uitgebreid. In een andere circulaire wordt aangegeven: „Het voortwoekeren der ziekte wordt zeer gestuit door omwerken van de grond, doch is dit niet afdoende. Tevens worden dan de aangetaste boomen gerooid". Op eene aanvraag dienaangaande werd mij echter medegedeeld, dat nauwkeurige proeven — waarbij vooral contrôleproeven zonder grondbewerking te nemen waren — op dit land tot nog toe niet genomen zijn. Zoolang dit echter niet gedaan is, moet ik het op grond van al hetgeeen wij over de aaltjesziekten der verschillende kultuurplanten weten, voor waarschijnlijk houden, dat inzonderheid op hellend terrein door grondbewerking veeleer eene verspreiding der aaltjesziekte veroorzaakt wordt.

In tegenstelling met de bovenstaande bewering wordt dan ook door eenen anderen Administrateur aangenomen, dat zonder grondbewerking eene minder snelle uitbreiding der aaltjesplekken plaats heeft. Ik laat hier de in de bedoelde circulaire gemaakte opgave volgen: „De ziekte breidt zich op deze gronden (zandgrond) weinig of nagenoeg niet uit, hetgeen ik ook meen te moeten toeschrijven aan het feit, dat hier de tuinen worden schoongehouden, maar de grond bedekt is met eene dikke laag afgevallen blad, waardoor er weinig stroom van regenwater in de tuinen bestaat. Het regenwater zakt daardoor snel in den bodem weg, — die dan ook door het aanwezige blad open blijft — en voert de nematoden waarschijnlijk mede naar diepere lagen, waar weinig schade aan de wortels kan worden toegebracht". Het schijnt mij inderdaad zeer waarschijnlijk, dat deze soort van grondbehandeling, wanneer men slechts de aaltjesziekte in het oog houdt, van voordeel zijn kan.

6. Planten van andere gewassen. Op een land werd de aaltjes-

ziekte bestreden door drainage, beplanten met eene grassoort (*Ataxia Horsfieldii*, R. Br., „Kolonjono") na diepe bewerking in den drogen moesson. Als resultaat wordt aangegeven: „Vele boomen herstelden zich en is de plaag sporadisch gebleven".

In een andere circulaire wordt aangegeven, dat men reeds in 1878 op een koffieland in het Semarangsche, waar op sommige plekken de Javakoffie uitstierf en heraanplantingen steeds mislukten, deze plekken eenigen jaren liet braak liggen en met *Andropogon muricatus* Retz. beplanten. Daarop werden zij weer met Javakoffie beplant en met stalmest bemest. Deze herbeplanting schijnt goed geslaagd te zijn.

In den laatsten tijd heeft men op drie andere landen de afgepaggerde aaltjesplekken met „kratok" beplant, om daarop later weer Javakoffie aan te planten. De resultaten van dezen maatregel zijn nog af te wachten.

In één circulaire wordt beweerd, dat de aaltjes slechts dan de koffiewortels aantasten, wanneer zij geen ander voedsel kunnen vinden, omdat de tuinen al te schoon zijn gehouden. Hiertegen moet ik echter opmerken, dat aaltjesplekken zeker ook in tuinen voorkomen, die geheel bedekt zijn met onkruid. Verder heb ik ook tot nog toe niet kunnen waarnemen, dat wortels van onkruiden in de koffietuinen door *Tylenchus Coffeae* of *T. acutocaudatus* waren aangetast. Van het eenigste land, waar men ter bestrijding der aaltjeziekte de tuinen opzettelijk in het vuil heeft laten staan, zijn de resultaten van dezen maatregel nog niet aan te geven. Zonder contrôleproeven zal het echter ook niet mogelijk zijn in dit opzicht tot betrouwbare gegevens te komen.

7. *Enten.* Van de in den laatsten tijd genomen entproeven mogen het eerst die, waarbij *Javastam of tak op Liberiawortel* geënt werd, besproken worden. Deze methode is in het laatste jaar op zeer vele landen op meer of minder groote schaal toegepast, heeft echter voor het grootste gedeelte weinig bevredigende uitkomsten gegeven. Dit is nu echter minder een gevolg daarvan, dat de bedoelde enten door aaltjes vernield werden, maar werd over het algemeen daardoor veroorzaakt, dat deze enten zelf niet goed slaagden, zoodat zij ook zonder door aaltjes aangetast te zijn een erg ziekelijk voorkomen hadden. Zoo wordt door 7 Heeren in de circulaires

opgegeven, dat de bedoelde enten slecht staan, terwijl 6 andere daarover klagen, dat zij niet of verbazend langzaam groeien, hun takken verliezen enz.; op 2 landen zijn zij door bladziekte gedood. Van 3 andere landen, waar reeds vroeger — op een land reeds in 1890 — geënt was, wordt door het eene opgegeven, dat de enten na 4-jarigen leeftijd stierven, en door de twee andere dat de enten gedeeltelijk eveneens zijn afgestorven, terwijl de overigen slecht staan. Op 6 landen werden daarentegen met het enten goede resultaten verkregen.

Er kan nu zeker geen twijfel daaromtrent bestaan, dat dit verschil in de door het enten verkregen resultaten voor het grootste gedeelte aan de toegepaste entmethode te wijten is. Ik wil echter hier op deze vraag niet nader ingaan, daar ik nog geene voldoende persoonlijke ondervinding in dit opzicht bezit en dit thema dezer dagen van andere zijde uitvoerig zal behandeld worden.

Voor ons is nu echter natuurlijk de vraag van het grootste belang, hoe de geslaagde enten op de aaltjesplekken zich zullen ontwikkelen. In dit opzicht heb ik nu uit de circulaires kunnen opmaken, dat goede enten tegen de aaltjes inderdaad een veel grooter weerstandsvermogen bezitten, dan de gewone Javakoffie. Of zij nu echter op den duur hiertegen bestand zullen zijn, is nog niet met zekerheid te zeggen.

Op verschillende ondernemingen werd geprobeerd Javakoffie op *andere Rubiaceeën* te enten. Natuurlijk hoopte men hierdoor vooral planten te verkrijgen, die tegen de aaltjesziekte een grooter weerstandsvermogen zouden bezitten. Tot nog toe hebben nu echter al deze proeven ongunstige resultaten gegeven en wel werden daarbij de volgende planten als onderstam gebruikt:

Cinchona succirubra.
Coffea densiflora (Ki-koppi soend.)
Gardenia spec. (Tjangtjaratang soend.)
Morinda spec.
Morinda citrifolia (Patjeh jav.)
Musaenda spec. (Kingkilaban soend.)
Nauclea spec. (Kepoe ketek jav.)
Psychotria robusta.

Nog niet afgesloten zijn proeven met:

Gardenia grandiflora (kembang katja piring) en

Canthium spec. (kopen)

Volledigheidshalve wil ik ten slotte nog mededeelen, dat op verschillende landen ook geprobeerd werd, Javakoffie op Jakakoffie, Liberiakoffie op Liberiakoffie en Maragogype op Java- of Liberiakoffie te enten. De twee eerste soorten van enten, die vooral ter vermenigvuldiging van goede typen gemaakt werden, gaven overal goede resultaten, terwijl met Maragogype op verschillende landen minder gunstige uitkomsten verkregen worden.

In aansluiting aan de bovenstaande proeven wil ik nu de voor de praktijk zeker belangrijkste vraag behandelen: *wat moet op dit oogenblik het doelmatigst met de aaltjesplekken geschieden?*

In de eerste plaats geloof ik daarvoor te moeten waarschuwen, eene der boven beschrevene bestrijdingsmethoden reeds nu in het groot toe te passen, daar over geene voldoende ondervindingen beschikt wordt om ook slechts met eenige waarschijnlijkheid goede uitkomsten te verwachten. Dit geldt ook voor het enten van Java- op Liberiakoffie, dat zooals ik reeds verleden jaar heb aangeraden, doelmatig niet op al te groote schaal wordt toegepast, zoolang wij niet weten, welke entmethode het best is en hoe zich de geënte planten over langeren tijd in de verschillende streken — vooral ook op de aaltjesplekken — zullen ontwikkelen.

Met het bovenstaande wil nu echter natuurlijk niet gezegd worden, dat ik de bovengenoemde proeven *als proeven* voor overbodig houd. Integendeel ben ik van plan op verschillende ondernemingen zoodanige proeven te nemen en heb om deze redenen den Directeur van 's Lands Plantentuin verzocht, in een der koffiecentra van Oost-Java voorloopig eenige maanden te mogen vertoeven, zoodat eene voortdurende contrôle der genomen proeven mogelijk is.

Of het nu echter ooit zal gelukken, volkomen betrouwbare bestrijdingsmethoden voor de koffieaaltjes te vinden, is natuurlijk vooruit niet te zeggen. Volgens de bij andere cultuurplanten opgedane ondervindingen is echter in dit opzicht voorloopig zeker niet al te veel te verwachten. Overigens schijnt het mij aan den anderen kant ook niet gerechtvaardigd toe al te wanhoopend de toekomst der koffiecultuur op Java te beschouwen. Het in het eerste hoofdstuk

beschreven verdwijnen van *Heterodera* uit de koffietuinen van Midden-Java en waarschijnlijk ook uit Brazilië maakt het zeker niet onwaarschijnlijk, dat de vooral in Oost-Java zoo schadelijke *Tylenchus*-soorten — evenals zoo vele schadelijke insecten — na eenigen tijd zonder ons toedoen weer minder schadelijk of onschadelijk zullen worden.

In ieder geval kan men nu echter dezen tijd niet rustig afwachten, maar moet weten wat men op dit oogenblik te doen heeft, om door de aaltjesziekte zoo weinig mogelijk verlies te lijden. Mijne opinie dienaangaande heb ik nu in de volgende 5 stellingen samengevat:

1. Plekken, waar de Javakoffie uitsterft en in de uitstervende planten door mikroskopisch onderzoek het voorkomen van Tylenchus Coffeae of T. acutocaudatus is aangetoond, zijn in geen geval weer met Javakoffie te beplanten.

2. Op de in No. 1 gedefinieerde aaltjesplekken is zoo weinig mogelijk in den grond te werken en ook een onnoodig loopen daarop is tegen te gaan.

3. De aaltjesplekken kunnen op landen, waar de Liberia goed groeit en vrucht aanzet, met deze koffiesoort of ook met enten beplant worden, het laatste echter meer als proef en niet op al te groote schaal.

4. Wanneer men niet tot het aanplanten van Liberia of enten wil overgaan, worden groote aaltjesplekken na het uitgraven van alle koffieboomen en verbranden van hun wortels òf gereboiseerd òf met andere cultuurgewassen dan koffie beplant; het laatste echter voorloopig niet op al te groote schaal en meer bij wijze van proef.

5. Kleinere aaltjesplekken kunnen op dezelfde wijze behandeld worden of na het verwijderen van koffie en schaduwboomen met kratok, orok-orok, indigo of iets soortgelijks worden beplant.

Voor de eerste 3 stellingen is wel na het voorafgaande een verdere commentaar overbodig; daarentegen wil ik over de vierde stelling in de eerste plaats opmerken, dat volgens de tot nog toe opgedane ervaringen *Albizzia moluccana* voor reboisatie het meest geschikt

schijnt te zijn. Misschien is het echter toch de moeite waard in de verschillende streken ook met andere boomsoorten proeven te nemen en ook te probeeren, of men niet door gelijktijdig uitzaaien van snel groeiende heesters of slingerplanten de ontwikkeling van alang-alang beter kan tegengaan Of en wanneer het mogelijk zal zijn de gereboiseerde plekken weer met Javakoffie te beplanten, is nog door proeven uit te maken.

Bij de keuze der op de aaltjesplekken uitteplanten cultuurgewassen moet natuurlijk vooral het klimaaat en de hoedanigheid van den grond op de bepoelde plekken in aanmerking worden genomen. Buitendien is ook van begin af daarop te letten, of de bedoelde planten niet ook door de koffieaaltjes worden aangetast, Ik ben natuurlijk gaarne bereid alle proeven dienaangaande zoo veel mogelijk in loco te contrôleeren en verzoek al die Heeren, die proeven met andere cultuurgewassen reeds hebben genomen of van plan zijn te nemen, mij dit te willen mededeelen. Het zal zóó het best mogelijk zijn, deze proeven systematisch te contrôleeren en alle gegevens te verzamelen en zoo spoedig mogelijk ter algemeene kennis te brengen.

II DE KANKER (ROSTRELLA-ZIEKTE) VAN COFFEA ARABICA.

Op het eerste Koffiecongres te Malang 1) heb ik onder den naam „*kanker*' eene ziekte der Javakoffie kort beschreven, die op verschillende ondernemingen van Oost-Java reeds noemenswaardige schade heeft toegebracht. Ofschoon nu de als kanker beschrevene ziekten der verschillende cultuurplanten zeer verschillende oorzaken hebben, heb ik deze eenigszins onbestemde benaming toch behouden, omdat zij op de koffieondernemingen reeds vrij algemeen in gebruik was. Nadat ik nu echter in het navolgende geloof aangetoond te hebben, dat de oorzaak van den kanker in eene *Rostrella Coffeae* genoemde schimmel te zoeken is, zoude het misschien doelmatiger zijn, de hieronder nader beschrevene ziekte als *Rostrellaziekte* aan te duiden en ik zal ook van dezen naam gebruik maken, wanneer anders eene verwarring met andere verwante ziekteverschijnselen zoude kunnen ontstaan. In het navolgende heb ik daarentegen aan de kortere uitdrukking kanker de voorkeur gegeven en versta dus daaronder slechts de in het eerste hoofdstuk van deze mededeeling gekarakteriseerde ziekte, die zooals in het 3de en 4de hoofdstuk zal worden aangetoond, door *Rostrella Coffeae* wordt veroorzaakt.

1. Uitwendige symptomen en herkenning der ziekte.

Het uiterlijk verschijnsel der ziekte heb ik reeds vroeger op die wijze gekarakteriseerd, „dat boomen, die er kort geleden nog volkomen gezond uitzagen en waaraan niet het geringste spoor van eene beginnende ziekte was te herkennen, plotseling de bladeren laten hangen. Weldra volgt ook eene langzamerhand toenemende verkleuring der bladeren, die meer en meer hun donker groene kleur verliezen en eene meer geelachtige tint aannemen. Vooral in overigens gezonde tuinen, waar alle boomen eene gelijkmatig groene kleur

1) Verg. Verslag p. 32—37.

bezitten, zijn de kankerboomen, wanneer men hen eens gezien heeft, reeds op vrij grooten afstand gemakkelijk te herkennen. Zij zouden hier slechts verward kunnen worden met de door den rooden boorder of Nonol veroorzaakte verschijnselen, waarvan de oorzaak echter door buigen van den stam gemaakkelijk is aan te toonen."

„Iets moeielijker is het in minder goed staande tuinen, waarin de boomen reeds gedeeltelijk gele bladeren bezitten, de kankerboomen te herkennen. Maar ook hier is het laten hangen der bladeren in het algemeen een goed kenteeken. Zoo is het b. v. ook in tuinen, die door aaltjes aangetast zijn, meest nog vrij gemakkelijk, de kankerboomen van de slechts door aaltjes kwijnende te onderscheiden."

Ik wil hieraan nog toevoegen, dat tusschen de aaltjesziekte en den kanker in zoover een verschil bestaat, dat de eerste meest grootere samenhangende complexen van boomen doodt en zich van hier uit naar alle kanten verbreidt, terwijl de kanker meer sporadisch enkele boomen aantast, die midden tusschen gezonde staan. Slechts zeldzaam zag ik een grooter getal kankerboomen onmiddelijk bij elkaar staan.

Onderzoekt men nu boomen, die de boven beschrevene ziekteverschijnselen vertoonen, iets nader, dan zal men aan hen een reeds met het ongewapende oog waar te nemen kenteeken kunnen vinden, dat in het bruinworden van den schors tot aan het hout toe bestaat Om dit te kunnen zien, is het echter noodzakelijk, de afgestorven kurklagen van den stam te verwijderen. Men komt dan bij *gezonde* stammen aan de eerst groenachtig en dan meer of minder zuiver wit gekleurde gedeelten van de levende schors. Onderzoekt men daarentegen *kankerboomen* op deze wijze, zoo zal men zeker op vele plaatsen van den stam hetzelfde verschijnsel waarnemen, bij iederen kankerboom zal men echter ergens een plek vinden, waar de schors niet groen of wit, maar tot aan het hout donker bruin gekleurd is. Deze plek kan eene zeer verschillende grootte hebben en zich ook op zeer verschillende hoogte aan den boom bevinden. Eenige malen heb ik ook kunnen waarnemen, dat hij zich aan het onderste einde van den stam bevond en zich van daaruit ook op de wortel voorzette. Of echter de wortels ook onafhankelijk van den stam bruine plekken vertoonen, heb ik niet met zekerheid kunnen uitmaken.

Aan den amderen kant kon ik slechts vrij zeldzaam waarnemen, dat zich de bruine plekken ook op de dikkere takken voortzetten. Aan de nog groene takken heb ik de kankerplekken nooit kunnen waarnemen.

Niet zeldzaam kan men aan eenen boom 2 of meer met elkaar niet in verbinding staande plekken antreffen. In de meeste gevallen vindt men echter slechts één plek en wel aan het bovenste gedeelte van den stam. Men zal dan ook dikwijl zien, dat slechts de boventakken, die boven den bruinen bastplek gelegen zijn, verwelken en afsterven. Ligt daarentegen de bruine bastplek onder aan den stam, dan hebben alle takken van den boom tegelijkertijd het kwijnende uiterlijk. Een zoodanig verband tusschen de bruine plekken en het afsterven der takken werd zonder uitzondering bij alle in dit opzicht nauwkeurig onderzochte boomen gevonden en ik heb dus reeds in mijne vroegere mededeeling het bruin worden van den bast als een voor deze soort van kanker karakteristiek verschijnsel beschreven.

Zonder twijfel zoude het ook zeer wenschelijk zijn, deze verkleuring van den bast in ieder geval met zekerheid te kunnen waarnemen zonder de plant te beschadingen Inderdaad is ook op eene koffieonderneming op den Kawi op eenigszins groote schaal eene zoodanige zuivering der stammen van de buitenste kurklagen uitgevoerd, zoodat het mogelijk was de begrenzing der kankerplekken zeer duidelijk te kunnen waarnemen en deze dus rationeel te kunnen uitsnijden. Toen ik deze onderneming bezocht, was ook van eene schadelijke werking van dit verwijderen der den stam tegen uitdroogen, schimmelinfectie enz. beschermende kurklagen niets te bespeuren, en ook nog kort geleden — dus een jaar nadat de stammen op deze wijze gezuiverd waren — werd mij door den Administrateur der bedoelde onderneming medegedeeld, dat deze operatie slechts van voordeel geweest is. In ieder geval is daarbij echter eenige omzichtigheid geboden, omdat anders veel gevaar bestaat, dat door het maken van wonden, die den levenden bast raken, nieuwe infecties ontstaan.

In enkele gevallen kan ook een zonder eenige beschadiging van den stam waar te nemen kenteeken, waarop ik door den Heer L. M. de Roy van Zuiderwijn werd opmerkzaam gemaakt, van

voordeel zijn. Dit kenteeken bestaat daarin, dat zich onder de bruine bastplekken zeer dikwijls een bijzonder krachtige uitlooper vormt, wat zeer goed is te begrijpen, daar de kankerplek natuurlijk, evenals het ringen, eene storing der sapcirculatie veroorzaakt. Ik heb mij van de juistheid van dit kenmerk in zeer vele gevallen kunnen overtuigen, maar moet toch ook toegeven, dat het niet in alle gevallen de kankerplekken nauwkeurig aanwijst.

Volgens het bovenstaande zal het dus in bepaalde gevallen, waar het van belang schijnt de aanwezigheid van kanker met zekerheid te constateeren, noodzakelijk zijn, eenen boom te verwonden. Met het oog op het hierdoor ontstaande gevaar van verdere infecties moet echter reeds hier daarvoor gewaarschuwd worden zonder bepaalde reden groote wonden aan de boomen toe te brengen.

Niet zonder grond zoude men nu echter de vraag kunnen doen: Zijn de bedoelde bruine vlekken werkelijk zoo karakteristiek, dat zij niet met zulke, die door eene andere ziekte veroorzaakt zijn, kunnen verwisseld worden? Ik kan hierop antwoorden, dat men zich in dit opzicht bij eenige oefening wel moeielijk zal vergissen. Ten minste heb ik in alle gevallen, waarin ik naar de kleur de aanwezigheid van kanker meende te moeten aannemen, bij nader onderzoek ook de weldra te bespreken mikroskopische kenteekenen van den kanker aangetroffen. Reeds met het oog op hen, die den kanker nog niet zelf hebben gezien, is het echter wenschelijk een kenteeken voor de aanwezigheid van kanker te bezitten, waarbij een gevaar van verwarring met andere verschijnselen ook voor hen, die de zaak voor het eerst onderzoeken, is buitengesloten. Inderdaad is deze zekerheid door mikroskopisch onderzoek zeer gemakkelijk te verkrijgen, en is hiervoor — evenals bij het onderzoek naar aaltjes — geene groote oefening in het mikroskopisch praepareeren of kennis der fijnere anatomie der koffieschors noodig. In alle door den kanker aangetaste schorsstukken vindt men namelijk, zooals ik reeds vroeger heb medegedeeld, bruine kogeltjes, die reeds bij gemiddelde vergrooting duidelijk te zien zijn. Onzeker was ik daarentegen op het Congres te Malang nog over de natuur van deze kogeltjes, terwijl ik sedert met volkomen zekerheid kon aantoonen, dat zij voortplantingsorganen („makroconidiën")

van de in het 3e kapittel nader te bespreken schimmel zijn. Op deze plaats zij in dit opzicht slechts nog opgemerkt, dat deze schimmel zeer waarschijnlijk als de oorzaak van den kanker is te beschouwen en dat inzonderheid de bruine makroconidiën in alle de karakteristieke bruine kleur vertoonende schorsplekken zijn aangetroffen.

Om nu deze bruine kogeltjes snel en zeker te kunnen waarnemen, gaat men volgens mijne ondervindingen het best op de volgende wijze te werk: Het eerst vervaardigt men zich met een scheermes doorsneden door de bruingekleurde schors van eene kankerplek, en wel moet men voor dit doel te voren met een gewoon mes de buitenste kurklagen verwijderen, omdat men het scheermes zoo veel mogelijk moet sparen en slechts voor de fijne sneden gebruiken. De richting, waarin men snijdt, is hierbij niet van veel belang: het gemakkelijkst zal men echter de bruine kogeltjes in sneden vinden, waarbij de snijvlakte overlangs en parallel aan de oppervlakte van het stamstuk gaat. Of de sneden zeer dun zijn, is voor ons doel volstrekt bijkomstig, men zal dus ook zonder oefening in het snijden vrij gemakkelijk sneden van voldoende fijnheid verkrijgen.

De snede komt dan op het voorwerpglaasje en wordt — zonder te voren water toe te voegen — met eene oplossing van chloraalhydraat in phenol bedekt. Deze oplossing, die de sneden in hooge mate doorzichtig maakt en in het vervolg eenvoudig „chloraalphenol" zal genoemd worden, bereidt men op die wijze, dat men gekrystalliseerd phenol („carbolzuur") door toevoegen van zeer weinig water vloeibaar maakt en daarin dan onder verwarmen zoo veel chlooraalhydraat oplost als mogelijk is. In deze oplossing worden de sneden na bedekking met het dekglaasje verwarmd, totdat eene intensieve vorming van gasblazen plaats heeft. Het eenvoudigst gebruikt men hiervoor de vlam van een lucifertje. Wanneer hierdoor de benedenzijde van het voorwerpglaasje door roet gezwart is, dan moet deze natuurlijk voor het onderzoeken van het praeparaat verwijderd worden. Verder moet men gedurende het verwarmen eventueel op nieuw cloraalphenol toevoegen, zoodat de geheele ruimte onder het dekglaasje met vloeistof aangevuld is.

Voordat men dan het praeparaat onder het mikroskoop brengt, moet men wachten, totdat het zich volkomen heeft afgekoeld. Het

is doelmatig met 50—80-voudige vergrooting, te beginnen, alzoo b. v. met Objectief 3 en oculair III van Leitz en verder het grootste of geen diaphragma *) te gebruiken. Later moet men echter dan het praeparaat zoo mogelijk nog eens met sterkere vergrooting beschouwen.

Reeds bij de zwakkere vergrooting zal men echter de voor het grootste gedeelte vrij dunne membranen der schorscellen zien, terwijl de inhoud der cellen bijna geheel is opgelost. Slechts enkele cellen vallen daardoor dadelijk in het oog, dat zij zeer kleine kleurlooze korreltjes bevatten en ten gevolge daarvan meer of minder ondoorzichtig toeschijnen. Deze korreltjes zijn krystallen van calciumoxalaat, die men door voorafgaande behandeling met zoutzuur ook zoude kunnen doen verdwijnen voor ons doel is dit echter niet noodzakelijk Belangrijker is het daarentegen, dat het praeparaat volkomen vrij is van *luchtblazen*, daar deze onder het mikroskoop naar mate van de opening van het gebruikte diaphragma meer of minder zwart schijnen en daardoor het praeparaat volkomen opdoorzichtig kunnen maken, overigens ook wel door den aanvanger met de te zoeken bruine kogeltjes kunnen verwisseld worden.

Fig. 3. Overlangsche doorsnede door de koffieschors met de voor kanker karakteristieke kogeltjes (macroconidiën van Rostrella Coffeae), 200 maal vergroot.

Wanneer dus het praeparaat niet de gewenschte doorzichtigheid bezit of vele donker zwarte kogeltjes van verschillende grootte bevat, zoo zal men goed doen het nog eens, en wel iets langer te verwarmen, waarbij men weer daarvoor moet zorg dragen, dat de sneden altijd zich in eene voldoende hoeveelheid chloraalphenol bevinden.

*) Omtrent verdere bijzonderheden in het gebruik van het mikroskoop verwijs ik naar de in Meded. uit 's Lands Plantentuin No. 27 p. 1—10 gegeven korte aanwijzing.

Vindt men na deze operatie in het (te voren afgekoelde) praeparaat de zwarte kogeltjes niet meer, zoo kan men aannemen, dat het luchtblazen waren; zeker zijn het echter niet onze bruine kogeltjes geweest, daar deze in chloraalphenol onoplosbaar zijn.

Was nu de snede van eene kankerplek genomen, zoo vindt men tot aan het hout toe in meer of minder talrijke cellen een of eenige der voor den kanker karakteristieke bruine kogeltjes wier grootte en gedaante het best uit figuur 3 duidelijk wordt. Zij bestaan uit eene vrij dikke, bruingekleurde membraan en zijn na behandeling met chloraalphenol volkomen vrij van zichtbaren inhoud. Gemakkelijk is verder te constateeren, dat zij allen ongeveer dezelfde grootte bezitten, in tegenstelling met eventueel nog aanwezige luchtblazen die, afgezien van hun kleur, door hun verschillende grootte van onze lichaampjes zich onderscheiden.

De aanvanger zal overigens goed doen ook sneden van gezonde koffieschors op dezelfde wijze te behandelen en met de van eenen kankerplek afkomstige te vergelijken. Eventueel zoude ook eene vergelijking met een praeparaat, dat zonder twijfel de bruine kogeltjes bevat, van voordeel kunnen zijn. Ik ben gaarne bereid aan belanghebbenden een zoodanig praeparaat ter beschikking te stellen Daar echter hierbij de sneden voor de conservatie in glycerin-gelatine zijn overgebracht, zullen de bruine kogeltjes daarin niet zoo duidelijk te zien zijn als in de op de boven beschrevene wijze behandelde sneden.

2. *Verbreiding en nadeel door de kankerziekte teweeggebracht.*

Voor zoover ik tot nog toe heb kunnen waarnemen, wordt door de in het bovenstaande gedefinieerde kankerziekte slechts de *Javakoffie* aangetast en wel slechts boomen, die eenige, meest minstens 10 jaren oud zijn. Dat door den kanker, zooals in *een* circulaire wordt aangegeven, slechts minder goede boomen zouden gedood worden, kan ik niet bevestigen; integendeel heb ik in zeer talrijke gevallen kunnen waarnemen, dat ook zeer krachtig ontwikkelde boomen door den kanker waren aangetast.

Buitendien wordt wel is waar in verscheidene circulaires het voor-

komen van kanker op *Liberiakoffie* aangegeven, maar voor zoover ik deze gevallen nader kon onderzoeken, was hier niet de in het voorstaande hoofdstuk gekarakteriseerde kanker, maar eene der verschillende soorten van djamoer oepas aanwezig. Daarmede is ook in overeenstemming, dat de in het IVde hoofdstuk nader te beschrijven infectieproeven met Liberiakoffie altijd negatieve resultaten hebben gegeven.

Omtrent de verbreiding der kankerziekte over de verschillende koffieondernemingen van Java heb ik reeds op het congres te Malang medegedeeld, dat de kanker het eerst op eenige ondernemingen aan de Malang-zijde van den Smeroe op zeer groote schaal is opgetreden. Volgens de circulaires waren hier in het jaar 1898 12 ondernemingen door den kanker aangetast en op deze in het geheel ongeveer 800.000 boomen gedood.

Volgens de mededeelingen van verschillende Administrateurs is het echter zeer waarschijnlijk, dat de kanker hier ook reeds in vroegere jaren is aanwezig geweest, maar altijd sporadisch en sleehts enkele boomen gedood heeft.

Na het congres te Malang kon ik verder den kanker ook op twee op den Kawi gelegen ondernemingen aantoonen, waar de ziekte eveneens eerst verleden jaar in eenigszins heviger mate was opgetreden, maar waarschijnlijk reeds sedert 2—3 jaren enkele boomen gedood heeft. In de circulaires wordt verder nog voor 4 landen in de residentie Kedirie het voorkomen van enkele kankergevallen aangegeven. Van 2 dezer landen werd mij ook materiaal tot onderzoek toegezonden, zoodat ik de identiteit der ziekte kon constateeren.

Buitendien heb ik nog aan materiaal, dat van een land in de residentie Probolingo afkomstig was, de voor kanker karakteristieke verschijnselen kunnen waarnemen. Volgens de circulaires kwam hier in het jaar 1898 ook op 3 andere landen sporadisch kanker voor, evenzoo ook op een land in de residentie Besoeki.

In dit jaar werd in de residentie Pasoeroean door 8 landen een meer of minder sporadisch optreden der kankerziekte bericht, nergens schijnt deze echter in hevige mate opgetreden te zijn. Evenzoo weinig wordt ook uit de overige residenties in dit jaar over eenen hevigen aanval der kankerziekte bericht.

3. *Ontwikkelingsgeschiedenis van Rostrella Coffeae sp. n.*

Nadat wij in het eerste kapittel gezien hebben, dat in alle kankerplekken bruine kogeltjes voorkomen, die wij reeds als voortplantingsorganen van eene Rostrella Coffeae genoemde schimmel hebben doen kennen, willen wij nu de ontwikkelingsgeschiedenis van deze schimmel, die zooals in het volgende kapittel zal worden nagewezen, als oorzaak der kankerziekte is te beschouwen, uitvoerig bespreken. Voordat wij echter hiertoe overgaan, wil ik eenige algemeene opmerkingen over de in hoogere planten vegeteerende schimmels doen voorafgaan.

A. Kort overzicht der belangrijkste bestanddeelen van eene schimmel.

Bij alle schimmels, met uitzondering der allereenvoudigst gebouwde kan men tusschen de in de eerste plaats tot voeding van het individu bestemde *vegetatieve*" en de tot voortplanting bestemde „*reproductieve*" organen onderscheiden.

De eerste bestaan gewoonlijk uit rijk vertakte draden, die in de onderlaag, welke de noodige voedingsstoffen bevat — in ons geval de koffieschors — groeien. Het complex van deze schimmeldraden wordt gewoonlijk „*mycelium*" genoemd.

De voortplantingsorganen kunnen direct op de draden van dit mycelium, dus in het algemeen in de voedinggevende onderlaag, ontstaan of er worden bijzondere vruchtlichamen gevormd, die zich gewoonlijk geheel of ten minste met hun uiteinde vrij in de lucht verheffen. De op eene van deze twee wijzen ontstaande lichaampjes, die zich zooals de zaden der hoogere planten van de moederplant los maken en zich, wanneer zij onder gunstige omstandigheden gekomen zijn, tot nieuwe individuën kunnen ontwikkelen, worden gewoonlijk „*sporen*" of „*conidiën*" genoemd.

Van groot belang is het verder te weten dat de meeste schimmels verschillende soorten van voortplantingsorganen voortbrengen. Zoo bezit ook onze kankerschimmel behalve de reeds dikwijls besprokene bruine kogeltjes nog twee totaal anders gevormde soorten van voortplantingsorganen.

Daar verder het onderscheiden en benoemen der schimmels bijna uitsluitend naar de soort der fructificatie geschiedt, zoo wordt het zeer begrijpelijk, dat de verschillende fructificaties van eene en dezelfde schimmel onder zeer verschillende namen beschreven zijn, nog te meer daar dikwijls zeer moeielijke onderzoekingen noodig zijn, om het samenbehooren van verschillende fructificaties met volkomen zekerheid aan te wijzen. Is dit nu echter geconstateerd, zoo draagt de schimmel dien naam, die met de hoogst georganiseerde fructificatie overeenkomt. Deze wordt dan ook wel als hoofdsoort van voortplantingswerktuigen aangeduid in tegenstelling tot de andere, die „bijsoorten" genoemd worden.

De beide grootste groepen der hoogere schimmels zijn verder daardoor gekarakteriseerd, dat bij hen de hoofdsoort van sporen òf binnen òf vrij aan het uiteinde van eene cel ontstaat, die in het eerste geval „*ascus*" (zak), in het tweede „*basidië*" genoemd wordt. De twee verschillende soorten van sporen worden in overeenkomst daarmee „*ascosporen*" en „*basidiosporen*" en de twee groote klassen van schimmels „*Ascomyceten*" en „*Basidiomyceten*" genoemd. Daarentegen wordt voor de bijsoorten van voortplantingsorganen gewoonlijk het woord „*conidiën*" gebruikt.

De *Rostrella coffeae* behoort nu tot de Ascomyceten en worden de asci binnen een vruchtlichaam van ingewikkelden bouw, het zoogenoemde „*perithecium*" gevormd. Benevens deze fructificatie bezit onze schimmel echter nog twee bijsoorten, die als „*makroconidiën*" en „*mikroconidiën*" zullen onderscheiden worden. De veelgenoemde bruine kogeltjes zijn dan de makroconidiën.

In het navolgende zal nu het eerst het mycelium en daarna de 3 verschillende soorten van voortplantingsorganen besproken worden.

B. Het mycelium van Rostrella Coffeae.

Om in de cellen der kankerplekken de schimmeldraden duidelijk zichtbaar te maken, gaat men het best op dezelfde wijze te werk, als boven p. 28 beschreven is. Slechts is het in dit geval van grooter voordeel, de sneden het eerst eenigen tijd in zoutzuur te laten liggen, om het calciumoxalaat, dat vele cellen meer of minder ondoorzichtig maakt, te verwijderen. Verder is het wenschelijk,

dat de sneden eene zoo groot mogelijke fijnheid bezitten. In chloraalphenol zal men aan deze sneden dan in alle cellen, die de bruine makroconidiën van de *Rostrella Coffeae* bevatten en ook gewoonlijk in de aangrenzende, onder toepassing van sterke vergrooting meer of minder fijne schimmeldraden kunnen waarnemen. Deze zijn, wanneer zij iets ouder zijn, lichtbruin gekleurd en dan vooral goed te herkennen. Bij zeer sterke vergrooting zal men echter in chloraalphenol ook de jongste, nog kleurlooze schimmeldraden duidelijk kunnen zien. In nevenstaande Fig. 4 zijn deze draden fijn gestippeld.

Fig 4. Schorscellen van Coffea arabica met makroconidiën en myceliumdraden van *Rostrella Coffeae*. 420 maal vergroot.

Vooral op dwarssneden door eenen kankerzieken stam zal men deze schimmeldraden vrij gemakkelijk tot aan het cambium kunnen vervolgen, in het hout schijnen zij daarentegen niet binnen te dringen; ten minste heb ik daarin nooit de karakteristieke bruine kogeltjes kunnen vinden en wanneer onder oude kankerplekken hier en daar in het hout schimmeldraden gevonden werden, zoo is dit waarschijnlijk door eene latere infectie door eene andere schimmel te verklaren. Met zekerheid kan ik dit echter thans nog niet aangeven. Dit is ook daarom eenigszins moeielijk, omdat de myceeldraden van *Rostrella Coffeae* zoo weinig karakteristiek gevormd zijn, zoodat zij gemakkelijk met die van andere schimmels kunnen verward worden. Voor de praktijk is dit echter van ondergeschikte beteekenis, omdat de Rostrella zeer gemakkelijk aan hare altijd aanwezige voortplantingsorganen (de bruine kogeltjes) is te herkennen en verder omdat de overdraging van boom tot boom zeker in hoofdzaak door deze en niet door het mycelium plaats heeft.

Fig 5. Jonge makroconidiën in samenhang met de myceeldraden. 543 maal vergroot.

Van eenig belang scheen het mij daarentegen te onderzoeken, of tusschen de het eerst geziene makroconidiën en de schimmeldraden eenige samenhang bestaat en ik heb ook inderdaad in verschillende gevallen het voorhandenzijn van eenen zoodanigen samenhang met volkomen zekerheid kunnen aanwijzen. Inzonderheid bij jonge conidiën is deze samenhang niet zelden duidelijk te zien (Fig. 5), terwijl dit bij oudere slechts bij uitzondering gelukt, waarschijnlijk omdat deze reeds binnen de kofficcellen zich van de hun dragende schimmeldraden losmaken.

C. De makroconidiën en de kieming ervan.

Ofschoon de makroconidiën bij de ontwikkeling der Rostrella, dus b. v. bij infectieproeven, niet het eerst gevormd worden, willen wij toch met deze beginnen, omdat zij het gemakkelijkst zijn waar te nemen en ook het uitgangspunt van mijne onderzoekingen gevormd hebben.

Wil men de makroconidiën in levenden toestand te zien krijgen, zoo mag men niet volgens de op p. 28 beschrevene methode te werk gaan, omdat in het chloraalphenol slechts de membranen der conidiën zichtbaar blijven, terwijl de inhoud opgelost wordt, wat natuurlijk voor de in Hoofdstuk I bedoelde diagnose niet van belang was. Daarentegen verkrijgt men nu levende makroconidiën, wanneer men de sneden van de bruingekleurde schors direct in water brengt en ook daarin onderzoekt. Buitendien kan men de makroconidiën ook door afkrabben van een schorsstukje isoleeren. In beide gevallen zal men in de conidiën, wanneer zij ten minste niet zeer oud zijn, eene fijnkorrelige massa vinden, die de bruingekleurde membraan volkomen opvult. Zooals bij de meeste schimmelsporen is deze massa zeer rijk aan olieachtige stoffen die, zooals bij de olierijke zaden der hoogere planten, als reservestoffen functionneeren en de voor de eerste stadiën der kieming noodzakelijke voedingsstoffen opleveren. Brengt men eene makroconidië in Eau de Javelle zoo vloeien deze kleine oliedruppeltjes tot grootere kogeltjes samen, die door kokenden alkohol oplosbaar zijn. Ook in oudere conidiën vindt men dikwijls groote oliedruppeltjes, die door hun sterke lichtbreking dadelijk in het oog vallen.

De *gestalte* der makroconidiën (cf. Fig. 4) is dikwijls volkomen regelmatig kogelvormig; niet zelden vindt men echter ook ovale of zulke, die in eene korte steel uitloopen, zoodat zij peervormig verschijnen. Als diameter der makroconidiën vond ik 0,011—0,015 mM.

Omtrent de *ontwikkeling* der makroconidiën werd reeds in het eerste Hoofdstuk medegedeeld, dat zij met de in de schorscellen gelijktijdig aanwezige schimmeldraden in samenhang staan en dus zeker aan deze gevormd worden. Veel gemakkelijker kan men echter de ontwikkelingsgeschiedenis der conidiën aan draden onderzoeken, die zich vrij in lucht gevormd hebben, zooals dit geschiedt, wanneer men de Rostrella na de in het volgende Hoofdstuk nog nader te bespreken methode, op de aangesneden schors van een koffietakje uitspreidt. Men kan dan waarnemen, dat de makroconidiën aan het einde van korte zijtakken ontstaan (Fig. 6 A en B), die aan hun basis gewoonlijk vrij eng zijn, maar ook aan het conidiënvormende einde eenen aanzienlijk geringeren diameter bezitten dan de rijpe conidiën.

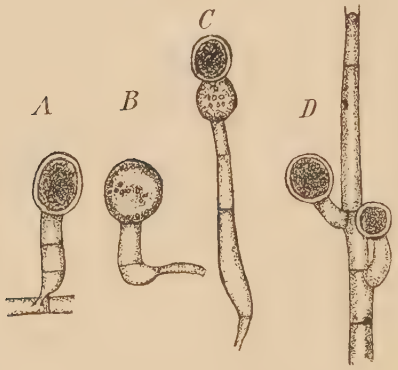


Fig. 6. Makroconidiën aan in de lucht uitgegroeide myceliumdraden. 485 maal vergroot.

Fig 7. Eerste kiemingsstadiën der makroconidiën. 325 maal vergroot.

In enkele gevallen kon ik ook waarnemen, dat enkele conidiën na elkaar op hetzelfde zijtakje gevormd werden (Fig. 6, C). Het is mij zelfs waarschijnlijk, dat dit vrij dikwijls plaats heeft; gewoonlijk maken zich echter de rijpe conidiën gedurende de praeparatie volkomen los, zoodat slechts de het laatst gevormde conidië op het takje terugblijft.

Het onbetwistbaar bewijs dat de als makroconidiën aangeduide lichaampjes werkelijk voortplantingsorganen van eene schimmel daarstellen, kan men daardoor verkrijgen, dat men hen tot *kiemen* brengt. Bij de proeven dienaangaande ben ik het eerst geslaagd, toen ik uit een door den

kanker aangetast stamstuk onmiddellijk na aankomst van de koffie-onderneming de makroconidiën door afkrabben geïsoleerd en in den hangenden druppel der reeds bij het onderzoek der aaltjes met goede uitkomsten gebruikte vochtige kamer *), gebracht had. Als voedingsstof werd in dit geval een afkooksel van koffieschors gebruikt. Later heb ik echter ook zeer goede resultaten verkregen met een mengsel, dat 2 pCt. suiker, 2 pCt. agar-agar en, om bacteries zoo veel mogelijk ver te houden, 0,1 pCt. citroenzuur bevatte.

Fig. 8. Oudere uit makroconidiën gevormde mycelia. 265 maal vergroot.

In deze voedingsstoffen heeft na 1 — 2 dagen de kieming der makroconidiën plaats en wel wordt dikwijls slechts één kiembuis gevormd, die uit eene enkele reeks van cellen bestaat (Fig. 7 linkerhand). Heeft deze kiembuis na langeren of korteren tijd de oppervlakte der onderlaag bereikt, zoo groeit hij uit deze vrij in de lucht, wat onder het mikroskoop daardoor gemakkelijk te zien is, dat het in lucht zich bevindend gedeelte van den kiembuis veel donkerder verschijnt en eene cellulaire verdeeling daarin meest niet is te herkennen. In nevenstaande Fig. 8. A zijn de in de lucht uitgegroeide uiteinden der schimmeldraden fijn gestippeld.

Na eenigen tijd houdt de groei der schimmeldraden op en zij vervallen dan in een varieerend getal (gewoonlijk 10 — 20) van eencellige langwerpige lichaampjes, waarvan slechts het voorste aan het vooreinde iets aangezwollen is (Fig. 8. B. en C). Slechts eenige weinige cellen, die aan de makroconidië grenzen, blijven met deze en onder elkaar in samenhang.

De op deze wijze ontstaande geïsoleerde cellen bezitten een breedte

*) Conf. deze Mededeelingen No. 17 p. 11.

van gemiddeld 3 μ en eene lengte van 6 — 15 μ. Zij functionneeren als voortplantingsorganen en zullen uit verschillende hier niet nader te bespreken redenen als rudimentaire mikroconidiën aangeduid worden. In de volgende paragraaf zullen wij nog op hen terugkomen. Daarentegen moet ik aan deze plaats nog mededeelen, dat de uit de makrospore ontstaande kiembuis zich ook niet zelden vertakt en een vrij groot mycelium vormen kan. Dit heeft inzonderheid dan plaats, wanneer de kiembuis zich onder gunstige uiterlijke omstandigheden bevindt, wanneer b. v. weinige conidiën in een betrekkelijk groot druppeltje waren uitgezaaid, zoodat zij elkaar niet in hare ontwikkeling hinderden. Ook van deze myceliën groeien dan echter ten slotte eenige draden vrij in de lucht en vervallen dan eveneens op de boven beschrevene wijze in de enkele cellen.

Fig. 9. Vorming der mikroconidiën. 485 maal vergroot.

D. De mikroconidiën.

De mikroconidiën der *Rostrella Coffeae* vormen zich in zeer groote hoeveelheden, wanneer men deze schimmel op de in het volgende Hoofdstuk nog nader te bespreken wijze op eene koffietak uitgezaaid heeft. Reeds na 2 etmalen is dan de wondvlakte van den koffietak met eene witte poederachtige massa bedekt, waaraan men onder het mikroskoop gemakkelijk kan herkennen, dat zij in hoofdzaak uit eencellige, kleurlooze lichaampjes, de mikroconidiën van *Rostrella coffeae*, bestaat. Heeft men nu echter niet slechts de bovenste laag van de bedoelde witte massa, maar ook de bovenste laag van de koffieschors mede afgekrabd of nog beter dwarssneden door het geïnfecteerde takje gemaakt, zoo zal men benevens de geïsoleerde mikroconidiën zonder veel moeite ook de myceliumdraden van *Rostrella Coffeae* vinden en aan deze ook de korte zijtakken, waaraan de mikroconidiën ontstaan. Deze bezitten, zooals uit figuur 9 duidelijk wordt, bijna denzelfden vorm als die, waaraan de macroconidiën ontstaan (cf. fig. 6 A en B)

Fig. 10. Lange, in lucht uitgegroeiede ketting van mikroconidiën. 180 maal vergroot.

Een verschil bestaat echter daarin, dat het de mikroconidiën vormende takje in een buisje eindigt en dat de mikroconidiën binnen dit buisje ontstaan, en wel op die wijze, dat onder de laatst gevormde conidië binnen kort weder eene nieuwe ontstaat, die dan de oudere meer naar buiten schuift (Fig. 9). Doordat dit proces dikwijls herhaald wordt, ontstaan lange kettingen van conidiën, waarvan de buitenste natuurlijk het eerst gevormd zijn. Het getal van de op deze wijze gevormde conidiën kan zeer groot zijn (Fig. 10). In een geval heb ik niet minder dan 46 conidiën in eene ketting kunnen tellen.

De vorm der op deze wijze ontstaande mikroconidiën is naar mate de ouderdom van de bedoelde kultuur eene verschillende. Het eerst worden namelijk betrekkelijk lange en dunne conidiën (fig. 9. B) gevormd, die eene breedte van gemiddeld 4, 5 μ en meest eene lengte van 20—30 μ bezitten; bij uitzondering werden ook 40 μ lange mikroconidiën waargenomen. De later ontstaande conidiën werden nu echter langzamerhand dikker en korter (fig. 9, C), indien de breedte tot 9 μ stijgt, terwijl de lengte tot 10,5 μ daalt. Ten slotte worden bijna kogelvormige conidiën gevormd.

Het de mikroconidiën dragende takje verandert gelijktijdig daardoor, dat het eene langzamerhand toenemende bruinachtige tint verkrijgt. De mikroconidiën zelf zijn daarentegen altijd volkomen kleurloos en onderscheiden zich reeds hierdoor van de makroconidiën. Buitendien heeft bij de mikroconidiën ook nadat zij het buisje, waarin zij gevormd zijn, verlaten hebben, geene vergrooting van den diameter plaats, terwijl de makroconidiën altijd eenen veel grooteren diameter dan het hun dragende takje bezittten.

Fig. 11. Mycelia van Rostrella met makro- en mikroconidiën, 325 maal vergroot.

Dat nu de makro- en mikroconidiën tot eene en dezelfde schimmel behooren, volgt daaruit met volkomen zekerheid, dat beide soorten van vruchtvorming, zooals ik herhaaldelijk kon waarnemen, aan een en denzelfden schimmeldraad kunnen ontstaan. Zoo is reeds in fig. 6, D een tak afgebeeld, die aan zijn top mikroconidiën heeft gevormd, terwijl hij aan korte zijtakken eene makroconidië draagt. Nog duidelijker is hetzelfde aan fig. 11, A te zien, terwijl fig. 11, B eene zeer klein gebleven schimmelplant voorstelt, die zich uit de aan het ondereinde zichtbare mikroconidië heeft ontwikkeld en aan zijn bovenëinde zeer snel eene makroconidië heeft gevormd.

Beide soorten van conidiën stemmen verder ook in de wijze van kieming volkomen met elkaar overeen. Deze kan men bij de mikroconidiën zeer gemakkelijk waarnemen, wanneer men ze volgens de boven beschrevene methode in den hangenden druppel eener vochtige kamer uitzaait. De conidiën zwellen dan het eerst aan beide einden iets aan en dikwijls wordt ook eene dwarswand in het midden der conidië gevormd. Daarna heeft dan de kieming met eene of eenige kiembuizen (Fig. 12) plaats en wordt, evenals bij de makroconidiën een naar mate van de uiterlijke omstandigheden grooter of kleiner mycelium gevormd. Zoo is b. v. het in fig. 13 afgebeelde mycelium in den druppel eener vochtige kamer ontstaan, waarin slechts 2 mikroconidiën waren uitgezaaid, zoodat deze elkaar niet in hun groei belemmerden en voldoende voedsel voorhanden was.

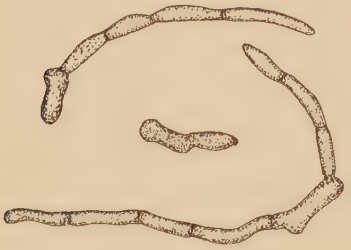


Fig. 12. Gekiemde mikroconidiën, 485 maal vergroot.

Eindelijk groeien echter ook bij deze myceliën een of eenige draden in de lucht en vervallen dan in enkele cellen, die met de bij de kieming der makroconidiën gevormde voortplantingscellen in ieder opzicht overeenkomen.

Fig. 13. Groot mycelium uit eene mikroconidië ontstaan, 150 maal vergroot.

Dat deze cellen werkelijk voortplantingsorganen zijn, kan men gemakkelijk daardoor aantoonen, dat men hen in nieuwe voedingsstof overbrengt, waar zij zeer snel uitkiemen (Fig. 14) en een mycelium vormen, waaraan na langeren of korteren tijd weer op nieuw dezelfde cellen ontstaan.

E. De peritheciën.

Aan de oppervlakte van de schors en ook van het hout, wanneer dit vrijgelegd is, vond ik zoowel aan de toegezonden kankerzieke stamstukken als aan de kunstmatig geïnfecteerde, kleine zwarte vruchtlichaampjes, die uit een bolvormig, meer of minder in de onderlaag verborgen hoofddeel en eenen vrij langen in de lucht uitstekenden hals bestaan (Fig. 15, A). De laatste is met een goed vergrootglas vrij duidelijk te zien en was voor mij aanleiding, onze schimmel, die, zooals aan eene andere plaats zal worden aangetoond, onder geen van de bekende geslachten is te brengen, den naam „Rostrella" te geven.

Fig. 14. Kiemingstadiën van in de vochtige kamer gevormde mikroconidiën, 485 maal vergroot.

De bolvormige basis dezer vruchtlichaampjes of peritheciën heeft eenen diameter van 0,1 — 0,16 mM. terwijl de daarop zittende hals eene lengte van 0,2 — 0,26 mM. en eene dikte van 0,02 mM. bezit.

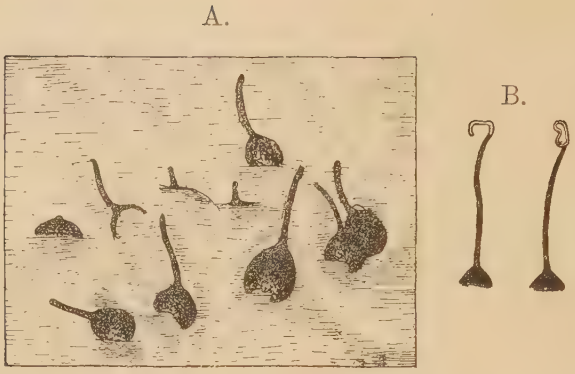


Fig. 15. A. Koffieschors met peritheciën, 48 maal vergroot. B. Hals van 2 peritheciën met de uittredende sporenmassa.

Wanneer deze peritheciën volkomen rijp geworden zijn, ziet men uit hun hals de door eene slijmachtige stof samengehouden sporen uittreden, en wel bezit deze massa, zooals men reeds met een goed vergrootglas kan waarnemen, in drooge lucht eene meer worstachtige gedaante (fig. 15, B, links), terwijl zij in vochtigere lucht zeer snel tot een grooter druppeltje opzwelt (fig. 15, B, rechts).

Fig 16. Ascosporen. 1050 maal vergroot.

Onderzoekt men nu zulk een druppeltje onder het mikroskoop, zoo vindt men daarin betrekkelijk kleine lichaampjes, die als *sporen* of juister als *ascosporen* zijn te beschouwen. Zooals uit fig. 16, waarop enkele sporen in verschillende ligging zijn afgebeeld, duidelijk wordt, bestaan deze sporen uit een elliptisch lichaampje en een daarop vastzittend, ringvormig vliesje. Door de aanwezigheid van het laatste zijn deze sporen van alle anderen, die ik tot nog toe op de koffie heb gevonden, onmiddellijk te onderscheiden. Overigens vindt men zeer dikwijls, dat twee sporen met dit vliesje op elkaar zitten (Fig. 16 rechts). De gemiddelde diameter der sporen bedragen 0,006 en 0,004 mM.

De ascosporen ontstaan in het onderste bolvormig aangezwollen gedeelte der peritheciën en wel worden, zooals de in fig. 17 afgebeelde doorsnede door een jong perithecium doet zien, het eerst dicht aan het ondereinde van den nog korten peritheciumhals plasmarijke cellen (in fig. 17 donker gestippeld) gevormd, waaruit dan later op eene in de détails nog nader te

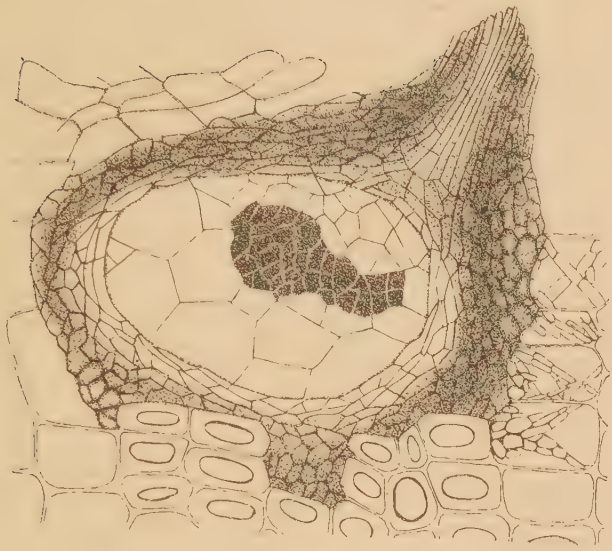


Fig. 17. Jong perithecium, bij kunstmatige infectie op hout gegroeid, overlangs gesneden. 450 maal groot.

onderzoeken wijze de asci en in deze de ascosporen ontstaan. In rijpe peritheciën is dan eindelijk, zooals de in fig. 18 afgebeelde doorsnede door een zoodanig perithecium duidelijk maakt, het aangezwollen gedeelte ervan bijna geheel aangevuld met ascosporen, die zeker door oplossing of verslijming der ascusmembranen zijn geïsoleerd. Eene uitvoerige mededeeling over de uit botanisch oogpunt niet van belang ontblote ontwikkelingsgeschiedenis der ascosporen hoop ik later op eene andere plaats te geven, daarentegen wil ik hier nog eene korte mededeeling over de kieming dezer sporen doen volgen.

Fig. 18. Volwassen perithecium, overlangs gesneden. Mikrosporen vormende draden, 170 maal vergroot.

Deze heeft in den hangenden druppel der vochtige kamer vrij snel plaats; reeds 24 uren na het uitzaaien hadden de meeste sporen verscheidene kiembuizen gevormd. Het eerste kiembuisje kan hierbij het aan de sporen zich bevindende vliesje doorbreken of ook, zooals uit figuur 19 duidelijk te zien is, iedere andere willekeurige richting inslaan.

In ieder geval is echter het huidje ook aan de jonge kiemplanten zeer duidelijk waar te nemen en is zoo eene verwarring met myceliën van andere schimmels buitengesloten.

Fig. 19. Kiemende ascosporen; 585 maal vergroot.

Nadat nu deze myceliën eene zekere grootte bereikt hebben, groeien ook bij hen eenige draden uit de onderlaag vrij in de lucht en vervallen dan even als bij de uit de makro en mikroconidiën ontstane myceliën in enkele cellen (Fig. 20), die weer tot nieuwe myceliën kunnen uitgroeien. Ook de aanzwelling der eindcel was bij deze draden te constateeren; deze is b. v. bij de ten gevolge van onvoldoende voeding zeer klein gebleven mycelia, die in fig. 21 afgebeeld zijn, zeer goed te zien.

De beschreven overeenstemming in het verhouden bij de kieming maakt reeds het samenbehooren van de beschrevene 3 verschillende soorten van voortplantingsorganen (makro- en mikroconidiën en ascosporen) zeer waarschijnlijk. Verder spreekt hiervoor echter ook het in zeer talrijke gevallen waargenomene gelijktijdige voorkomen van deze drie soorten van fructificaties, die zich ook altijd onmiddellijk naast elkaar ontwikkelen. Zoo vindt men b. v. ook op fig. 18 naast het perithecium bij m twee draden, die mikroconidiën hebben gevormd. Buitendien heb ik echter dezen samenhang ook door infectieproeven, die in het volgende Hoofdstuk zullen beschreven worden, kunnen aantoonen.

Fig. 20. Stuk van het uit eene ascospore gevormde mycelium 180 maal vergroot.

Ten slotte wil ik nog opmerken, dat *Rostrella Coffeae*,

Fig. 21. Myceliën uit ascosporen op slecht voedende onderlaag gevormd. 585 maal vergroot.

wanneer wij de classificatie van de „Natürliche Pflanzenfamilien von *Engler* und *Prantl*. (Theil I, Abtheil. I.) volgen, tot de *Plectascineae* en onder deze tot de familie der *Aspergillaceae* behoort. Zij schijnt mij met *Mikroascus Zukal* de meeste overeenkomst te vertoonen, wijkt echter toch van dit geslacht zoo zeer af, dat mij de vorming van een nieuw geslacht voor onze schimmel gerechtvaardigd scheen. Uitvoeriger hoop ik de systematische stelling van *Rostrella* binnen kort op eene andere plaats te kunnen bespreken.

4. *Infectieproeven.*

Daar ik den kanker op de koffieondernemingen slechts aan het oude hout, inzonderheid aan den hoofdstam van oude boomen had waargenomen, heb ik ook met deze mijne infectieproeven begonnen en ik wil ook deze proeven het eerst bespreken. In de tweede plaats zullen dan eenige met groene takken en bladeren van *Coffea arabica* genomen proeven hun bespreking vinden, terwijl ten slotte de met andere planten en plantendeelen genomen proeven zullen afgehandeld worden.

A. Infectieproeven met meerjarige stammen en stamstukken van Coffea arabica.

Bij deze proeven ben ik eerst op de volgende wijs te werk gegaan: Een gezond stamstukje werd zoodanig ingesneden, dat een c. 1 cM. lang schorslapje, dat aan het boveneind nog met den stam in samenhang gebleven was, van dezen kon worden afgebogen. Onder dit schorslapje werd dan een van eenen kankervlek stammend schorsstukje geschoven en dan de wond met draad omwikkeld en het stamstukje om uitdroging tegen te gaan in eene uit glas bestaande dekselschaal gebracht. Bij de op deze wijze genomen proeven werd nu zonder uitzondering eene overdraging der voor den kanker karakteristieke verschijnselen en het ontstaan der 3 verschillende

vruchtvormen der *Rostrella Coffeae* waargenomen. Als voorbeeld mag eene van deze proeven iets uitvoeriger worden beschreven:

Proef. 1. Op den 21/12-1898 werd bij een gezond stamstukje van c. 5 cM. dikte een van eene kankervlek stammend schorsstukje, waaraan te voren door mikroskopisch onderzoek de aanwezigheid der makroconidiën van *Rostrella Coffeae* was aangetoond, tusschen hout en schors ingeschoven.

Op den 28/12 was onder het schorslapje eene rijkelijke schimmelachtige massa gevormd, die in hoofdzaak uit de mikroconidiën van *Rostrella Coffeae* bestond.

Op den 29/12 werden op de schors van het stamstukje 2 bruine plekken waargenomen, waarin volgens het mikroskopisch onderzoek mycelium en makroconidiën van *Rostrella Coffeae* aanwezig waren.

Een gelijksoortige proef werd daarop ook met 2 gezonde 2-jarige boomen genomen, die eenigen tijd te voren onmiddellijk bij het laboratorium waren aangeplant. Bij het overplanten waren deze boomen op stomp gekapt, hadden echter reeds voor het begin van de proef talrijke gezonde uitloopers gevormd, waarvan eenige aangehouden werden. Uit het protocol van deze proef zij nog het volgende medegedeeld:

Proef. 2. Op den 21/12-1898 werd bij 2 boomen van *Coffea arabica* een van een kankerplek afkomstig schorsstukje, dat makroconidiën van *Rostrella Coffeae* bevatte, tusschen hout en bast ingeschoven en de wond daarna omwikkeld.

Op den 29/12-98 werd boom I onderzocht. Aan de wond was reeds duidelijk de bruine kankerkleur waar te nemen. In een klein afgesneden stukje waren makroconidiën en peritheciën van *Rostrella Coffeae* onder het mikroskoop aan te toonen.

Op den 17/5-99 heeft zich de kankerplek bij boom I slechts weinig uitgebreid, slechts op ééne plaats tot 10 mM. van den rand der wond. Bij boom II is daarentegen een vrij grooter kankerplek ontstaan. Van den rand der wond af gemeten heeft zich in de schors de bruine kleur naar boven om 40 mM., naar beneden om 32, en naar de beide kanten heen om 22 en 20 mM. uitgebreid. Op de der wond tegenoverliggende zijde van den stam was nog een 4 mM. breede streep van gezonde groene schors voorhanden. Ook de boven den kankerplek gelegen uitloopers waren nog volkomen gezond.

Om te zien, of bij jonge boomen de kankerplek zich rondom den stam sneller zoude uitbreiden, werden eenige proeven met zeer jonge, in potten staande planten genomen, wier stam eenen diameter van 4 — 5 mM. bezat. Bij deze proeven heeft zich echter de kanker merkbaar langzamer uitgebreid dan bij de oudere, zooals uit het volgende protocol te zien is:

Proef. 3. Op den 30/1-99 werden de planten I — III op de boven beschrevene wijze met stukjes van de schors van kankerplekken geïnfecteerd, terwijl de planten IV en V ter contrôle op dezelfde wijze verwond werden, maar zonder dat de wond met de kanker geïnfecteerd werd

Op den 10/2 was bij plant I onder het schorsstukje de schors reeds bruin gekleurd en met het mikroskoop kon aanwezigheid van makroconidiën en peritheciën van Rostrella aangetoond worden.

Op den 21/2 had zich de bruine kleur slechts zeer weinig uitgebreid en ten minste het grootste gedeelte der bruingekleurde schors werd voor een ander onderzoek afgesneden.

Op den 17/5 werden alle boomen onderzocht. Bij boom I heeft zich de kanker niet uitgebreid. De wond is genezen.

Bij boom II gaat de kankerplek rondom den stam heen en heeft zich van den rand der wond uit gerekend naar boven om 8, naar beneden om 20 mM. uitgebreid. De top der plant begint af te sterven.

Bij boom 3 heeft zich de infectie minder uitgebreid en gaat ook nog niet rondom den stam heen. De top is volkomen gezond.

Bij de contrôleboomen IV en V zijn de wonden volkomen genezen en ook de top volkomen gezond.

Later werden nog eenige proeven genomen, waarbij ter infectie niet schorsstukken, maar de sporen van de *Rostrella Coffeae* werden gebruikt. Van deze proeven zullen 2 iets uitvoeriger worden beschreven.

Proef. 4. Op den 5/1-1899 werden aan gezonde stamstukken van *Coffea arabica* eenige tot aan het hout gaande wonden gemaakt en deze met conidiën en sporen van *Rostrella Coffeae* door middel van een penseel bestreken.

Op den 9/1 vertoonde de schors aan alle wonden de karakteristieke bruine kleur en was met een wit poeder, dat in hoofdzaak uit mikroconidiën bestond, bedekt. Met het mikroskoop konden verder talrijke makroconidiën en bijna rijpe peritheciën waargenomen worden.

Op den 25/1 had zich de schimmel van de wonden uit naar alle richtingen heen uitgebreid en was ook onder de onbeschadigde kurklagen, zooals na verwijdering van deze uit de bruine kleur duidelijk

werd, c. 5 mM. ver verspreid. Volgens het mikroskopisch onderzoek waren overigens ook in dit geval in de bruingekleurde schors en slechts in deze myceel en makroconidiën van *Rostrella Coffeae* aanwezig. Deze waren ook onder de onbeschadigde kurklagen tot aan het hout toe waar te nemen.

Proef 5 Op den 30/12-1898 werd aan een boompje van Coffea arabica een uitlooper afgebroken en op de daardoor ontstaande wond werden conidiën en sporen van Rostrella Coffeae met een penseel aangebracht.

Op den 17/2-99 werd rings om de wond de buitenste kurklaag iets afgekrabt en het was nu duidelijk te zien, dat zich van de wond uit een ringvormige bruine plek in de schors gevormd had, die 5 — 19 mM. breed was. Het meest had zich de kanker naar beneden toe uitgebreid. Door mikroskopisch onderzoek van een klein, met een gesteriliseerd mes afgesneden stukje werd verder geconstateerd, dat ook in deze plek zeer talrijke makroconidiën van *Rostrella Coffeae* aanwezig waren.

Een aan de andere zijde van den stam staande uitlooper was nog volkomen normaal.

Op den 17/5-99 werd de boom nog eens onderzocht en het werd door voorzichtig verwijderen van de buitenlagen der schors aangetoond, dat de levende uitlooper slechts nog door eene 15 mM. breede brug met de onder de infectieplek gelegen gezonde schors in samenhang stond. In het boven de wond gelegene, 57 mM. lange stamstuk was de schors volkomen bruin. Naar beneden heeft zich de bruine plek tot 35 mM. van de wond uitgebreid. De boom had overigens nog een volkomen gezond uiterlijk.

Proef 6 werd genomen, om ook experimenteel aan te toonen, dat de boven beschreven mikroconidiën en peritheciën werkelijk tot denzelfden schimmel behooren. Hierbij werden de mikroconidiën van stamstukken van *Coffea arabica* genomen, waarop 2 dagen te voren *Rostrella Coffeae* uitgezaaid was.

Door mikroskopisch onderzoek kon aangetoond worden, dat in dezen tijd nog geene rijpe peritheciën gevormd waren. Zelfs eenen dag later was aan de oudste pertheciën òf in het geheel geen hals gevormd òf een nog zeer korte en bij het vermorzelen ervan werden in geen geval rijpe ascoporen zichtbaar. Eerst op den 4. den dag waren de peritheciën tot rijpheid gekomen. Daar nu verder 2 dagen na het uitzaaien de in zeer groote hoeveelheden gevormde mikronidiën als een dik, wit poeder de wonden bedekten, was het ook zeer onwaarschijnlijk, dat in de bovenste lagen van dit poeder, die alleen

voor de infectie gebruikt werden, ongekiemde ascosporen van het oorspronkelijk ter infectie gebruikte materiaal zouden aanwezig geweest zijn. Inderdaad heb ik ook in mikroskopische praeparaten, die ik van dit poeder gemaakt heb, in weerwil van nauwkeurig zoeken niet ééne ascospore kunnen vinden.

Proef 6. Op den 23/2-99 werden nu deze mikroconidiën, die dus vrij waren van ascosporen, met eene gesteriliseerde platinanaald op 3 stamstukken van *Coffea arabica* gebracht en wel op wonden, die te voren met een gesteriliseerd mes daarop waren gebracht. Om eene latere besmetting tegen te gaan werden de stamstukken in gesteriliseerde, door een gomring afgeslotene schalen van Petri bewaard Voor contrôle werden op dezelfde wijze 2 niet geïnfecteerde, maar op dezelfde wijze verwonde stamstukken in eene andere schaal bewaard.

Op den 27/2 waren op alle wonden der 3 geïnfecteerde stamstukken groote hoeveelheden van mikroconidiën en ook rijpe peritheciën van *Rostrella Coffeae* aanwezig. De wonden der 2 andere stamstukken waren daarentegen volkomen gezond en vrij van schimmels.

Uit de in het vorenstaande beschreven proeven kunnen wij nu de volgende resultaten afleiden :

Door infectie met bruine schorsstukken van kankerboomen, zoowel als door sporen von Rostrella coffeae is het mogelijk èn aan afgesneden stamstukken van Coffea arabica èn aan de schors van levende boomen de voor kanker karakteristieke bruine kleur der schors kunstmatig voort te brengen. Op de oppervlakte der geïnfecteerde plekken vormen zich verder alle drie soorten van voortplantingsorganen der Rostrella Coffeae (Mikro- en makroconidiën en peritheciën), de makroconidiën ook binnen de cellen der bruine bastplekken.

Door proef 6 wordt aangetoond, dat bij kunstmatige infectie peritheciën ook dan ontstaan, wanneer onder de sporen, die op de bedoelde stamstukken waren uitgezaaid, zeker geene ascosporen aanwezig waren, zoodat ook experimenteel het bij elkander behooren der peritheciën met de twee andere soorten van voortplantingsorganen is bewezen.

B. Infectieproeven met groene takken en bladeren van Coffea arabica.

Met het oog op de praktijk scheen het mij van waarde te onderzoeken, of *Rostrella Coffeae* zich ook op de groene takken en

bladeren van *Coffea arabica* zoude kunnen ontwikkelen. Het resultaat van de proeven dienaangaande was nu, dat onze schimmel ook groene gedeelten van Javakoffie aantast, wanneer zich op deze slechts wonden bevinden. Ook de vorming van alle drie soorten van voortplantingsorganen der *Rostrella* kon hier aangetoond worden. Wel was het echter opvallend, dat de makroconidiën altijd in gering aantal gevonden werden. Het resultaat van eenige zoodanige proeven moge in het volgende iets uitvoeriger worden medegedeeld:

Proef 7. Op den 11/1-99 werden drie afgesneden groene uitloopers van Coffea arabica met sporen van *Rostrella Coffeae* geïnfecteerd en wel No. 1 op aan den stengel door overlangsche sneden gemaakte wonden en No. 2 en 3 op de onbeschadigde opperhuid van den stengel.

Op den 14/1 waren op de wond zeer talrijke mikroconidiën gevormd; deze waren bijna allen zeer langwerpig en dun, het myceliumdraadje, waarin zij gevormd werden, nog volkomen kleurloos. In schors en merg waren eenige schimmeldraden zichtbaar.

Op den 15/1 waren reeds kortere en bijna bolvormige mikroconidiën gevormd, ook peritheciën met rijpe ascosporen konden aangetoond worden. In de schors waren eenige makroconidiën waar te nemen.

Op den 20/1 werden bijna uitsluitend korte eivormige mikroconidiën gevormd; de schimmeldraden, waarin zij ontstaan, zijn allen bruinachtig.

De takken 2 en 3, die voor de infectie niet verwond waren, zijn ook nu nog zonder eenige sporen van kankerplekken.

Proef 8. Op den 10/2-99 werden op frisch afgesneden bladeren van *Coffea arabica* langs den hoofdnerf wonden gemaakt en deze met sporen van *Rostrella Coffeae* geïnfecteerd.

Op den 13/2 waren op de wonden reeds mikroconidiën en bijna rijpe peritheciën der Rostrella aan te toonen.

Proef 9. Op den 21/2-99 werden bladeren van *Coffea arabica* langs den hoofdnerf en op insnijdingen in de bladlamina met mikroconidiën en ascosporen van *Rostrella Coffeae* geïnfecteerd.

Op den 23/2 waren op de wonden mikroconidiën gevormd.

Op den 24/2 waren onrijpe peritheciën zichtbaar.

Op den 27/2 waren ook langs de insnijdingen in de bladeren rijpe peritheciën voorhanden, buitendien ook eenige makroconidiën.

Men zoude nu uit deze proeven kunnen opmaken, dat zelfs bladeren en groene stamdeelen door den kanker kunnen besmet worden,

wanneer zich daarop eene b. v. door een insect veroorzaakte wond bevindt, en dat zich van hieruit dan de infectie over den geheelen boom zoude moeten verspreiden. Dat dit echter in werkelijkheid niet geschiedt, heeft zeker eerstens daarin zijnen grond, dat voor het slagen der infectie eene zeer vochte atmosfeer noodig is, zooals bij de proeven in de dubbelde schalen voorhanden was. Anders droogt de wond gauw in en vormt dan waarschijnlijk geene voor de ontwikkeling der schimmel geschikte onderlaag. Nog belangrijker is het echter zeker, dat de infectie zich in de groene deelen van *Coffea arabica* nooit op eenigen afstand van de wond in het gezonde weefsel uitbreidt, zooals uit de volgende proef volgt, dien ik verschillende malen met hetzelfde resultaat herhaald heb.

Proef 10. Op den 22/2-99 werd bij eene in een potje staande plant van *Coffea arabica* aan het jongste internodium eene wond gemaakt en op deze met een vochtig penseel mikroconidiën en ascosporen van *Rostrella Coffeae* gebracht en de plant daarop onmiddellijk met eene glazen klok bedekt.

Op den 24/2 waren op de wond mikroconidiën gevormd. De plant werd nu aan de open lucht gebracht.

Op den 25/2 waren zeer vele mikroconidiën op de wond zichtbaar.

Op den 27/2 heeft zich de wond voor het grootste gedeelte door kurkvorming afgesloten. Peritheciën zijn daarop met de loup niet te zien.

Op den 17/5 is bij mikroskopisch onderzoek in de omgeving der wond niets van *Rostrella* te vinden, maar deze volkomen door kurkvorming afgesloten. Dat de stamtop zich slechts zeer weinig ontwikkeld heeft, is zeker door de in verhouding tot den omvang van den stam vrij groote wond veroorzaakt.

De resutaten van de bovenstaande proeven kunnen wij in de volgende regels samenvatten :

In zeer vochtige lucht kan zich Rostrella Coffeae ook op bladeren en nog groene stamstukken van Coffea arabica ontwikkelen, wanneer daarop versche wonden aanwezig zijn. Op deze wonden worden dan ook alle drie soorten van fructificaties gevormd; maar in tegenstelling met de oude stamstukken heeft bij die groene plantendeelen geene uitbreiding der schimmeldraden binnen het gezonde weefsel plaats; integendeel wordt de schimmel door vorming eener kurklaag onder de infectieplek onschadelijk gemaakt.

C. Infectieproeven met Coffea Liberica en eenige andere planten.

Met het oog op de praktijk scheen het mij van belang vooral ook met *Coffea liberica* eenige infectieproeven te nemen. Verder werden ook met eenige schaduwboomen en in koffietuinen voorkomende onkruiden en eindelijk ook met *Saccharum officinarum* infectieproeven genomen.

I. Proeven met Coffea liberica.

Proef 11. Op den 21/2-99 werden jonge en oude bladeren en jonge, nog groene stengeldeelen van *Coffea liberica* met mikroconidiën, die van eene cultuur op takken van *Coffea arabica* genomen waren, op versche wonden geïnfecteerd

Op den 23/2 was op eene stengelwond reeds een wit poeder te zien, dat volgens het mikroskopisch onderzoek uit lange mikroconidiën bestond.

Op den 24/2 waren op deze wond reeds eenige peritheciën waar te nemen.

Op den 27/2 vond ik op een stengelstuk en een blad talrijke peritheciën, op twee andere bladeren en twee stengelstukken echter geene peritheciën.

Proef 12. Op den 27/2 werden oudere, reeds door eene kurklaag bedekte stamstukken van *Coffea liberica* op wonden met *Rostrella Coffeae* geinfecteerd.

Op den 2/3 waren reeds lange mikroconidiën gevormd.

Op den 3/3 waren op het hout peritheciën zichtbaar.

Op den 14/3 waren op eenigen afstand van de wond nóch makroconidiën nóch schimmeldraden in het schorsweefsel te vinden.

Proef 13. Op den 23/2 werd van eene in de open lucht staande eenjarige plant van *Coffea liberica* een uitlooper, zooals bij proef 5, afafgebroken en de wond met sporen van *Rostrella Coffeae* geïnfecteerd.

Op den 17/5 was de omgeving der wond volkomen gezond en geen spoor van schimmel daarin aan te toonen.

Proef 14. Op den 6/6 werd aan eenen ouden Liberiaboom een zeker aantal wonden gemaakt en deze met sporen van *Rostrella Coffeae* geïnfecteerd en gedeeltelijk met staniool bedekt.

De wonden werden dan herhaaldelijk — het laatst op den 9/9 — onderzocht en nooit werden daaraan kankerplekken gevonden.

II. Proeven met schaduwboomen.

Proef 15. Op den 21/2 99 werden afgesneden stukken van oudere en jongere takken van dadap (*Erythrina lithosperma*) op wonden met *Rostrella Coffeae* geïnfecteerd.

Op den 23/2 waren reeds mikroconidiën op de wonden gevormd.

Op den 24/2 waren op de wonden der oudere stamstukken peritheciën zichtbaar.

Op den 27/2 waren op de wonden der oudere stamstukken ascosporen uit de peritheciën in groote druppels te voorschijn getreden. Op de groene stamstukken waren geene peritheciën gevormd.

Proef 16 Op den 23/2 werd eene in de open lucht staande *Erythrina* op versche wonden met mikroconidiën van *Rostrella Coffeae* geïnfecteerd.

Op den 27/2 waren zeer talrijke mikroconidiën en peritheciën gevormd. Bij mikroskopisch onderzoek van eene wond werden slechts in de buitenste cellagen onder de wond schimmeldraden gevonden.

Op den 10/3 waren de wonden volkomen door kurkvorming genezen en onder deze kurklaag nergens een spoor van schimmeldraden te zien.

Proef 17. Op den 27/2 werden aan dezelfde *Erythrina* talrijke wonden met *Rostrella* geïnfecteerd.

Op den 24/4 waren alle wonden door kurkvorming genezen. Binnen deze kurklaag konden nergens schimmeldraden of makroconidiën van *Rostrella* gevonden worden. Hetzelfde resultaat gaf het op den 17/5 uitgevoerde onderzoek van eene eveneens volkomen genezene wond.

Proef 18. Op den 23/2 werden stamstukken van *Albizzia moluccana* en *Cedrela serrata* op versche wonden met mikroconidiën van *Rostrella Coffeae* geïnfecteerd.

Op den 27/2 waren op de stamstukken van *Albizzia* talrijke mikroconidiën en peritheciën gevormd; hetzelfde was bij het eene stamstuk van *Cedrela* waar te nemen.

Op den 7/3 waren noch bij *Albizzia* noch bij *Cedrela* op eenigen afstand van de wond myceliumdraden of makroconidiën van *Rostrella Coffeae* aan te toonen

Proef 19. Op den 23/2 werden stamstukken van *Melia Azedarach* op versche wonden met *Rostrella* geïnfecteerd.

Op den 25/2 waren de meeste mikroconidiën gekiemd en hadden zeer dunne conidiën gevormd.

Op den 7/3 had zich de schimmel niet uitgebreid en waren ook geene peritheciën gevormd.

Proef 20. Op den 24/2 werden stamstukken van *Grevillea robusta* op versche wonden met *Rostrella* geïnfecteerd.

Op den 27/2 waren slechts zeer zwakke mikroconidiën gevormd. Ook op den 7/3 waren geene peritheciën te zien.

III. Proeven met onkruiden.

Proef 21. Op den 21/2 werden afgesneden stengelstukken van *Ageratum sp.* op versche wonden met mikroconidiën van *Rostrella* geïnfecteerd.

Op den 23/2 waren reeds mikroconidiën gevormd.

Op den 27/2 waren talrijke peritheciën gevormd. Eene uitbreiding van het mycelium in het onder de wond gelegen weefsel heeft niet plaats gehad.

Proef 22. Op den 23/2 werd eene in den proeftuin staande plant van *Ageratum* op eene versche wond met Rostrella geïnfecteerd en daarna onmiddellijk met eene glasklok bedekt.

Op den 26/2 was geene schimmelvorming op de wond waar te nemen De glasklok werd nu verwijderd.

Ook later was op de wond niets van schimmel te zien en de plant bleef nog eenige maanden volkomen gezond.

Proef 23. Op den 21/2 werden stengelstukken van *Coleus* op versche wonden met *Rostrella* geinfecteerd.

Noch op den 25/2 noch op den 27/2 was op de wonden iets van schimmelvorming waar te nemen.

IV. Proef met Saccharum officinarum.

Proef. 24. Daar de makro- en mikroconidiën van *Rostrella Coffeae* met de op het suikerriet waargenomen *Thielaviopsis ethaceticus* Went, die hierop de zoogenoemde ananasziekte 1) veroorzaakt, in verschillende opzichten eene vrij groote overeenkomst vertoont, heb ik geprobeerd stengelstukken van wild en echt suikerriet met de sporen van *Rostrella Coffeae* te infecteeren. Ook na 5 dagen was echter op deze stengelstukken geen spoor van schimmelvorming waar te nemen. Hetzelfde resultaat verkreeg ik met doorgesneden pisangvruchten, waarop de *Thielaviopsis* zich eveneens zeer snel ontwikkelt. Uit deze infectieproeven volgt dus, dat de twee bedoelde schimmels, die zich overigens ook door morphologische kenteekenen laten onderscheiden, niet met elkaar identisch zijn.

Uit de in dit hoofdstuk beschreven proeven kan men de volgende resultaten afleiden:

Bij Coffea liberica kan zich Rostrella Coffeae wel is waar op wonden van oude en jonge stamstukken en zelfs op bladeren ontwikkelen. Maar deze ontwikkeling is toch eene merkbaar zwakkere dan

1) Vergel. Wakker en Went. De ziekten van het suikerriet op Java. Leiden 1898, p. 44.

bij Coffea arabica. Eene uitbreiding van het mycelium van de wond uit heb ik nooit kunnen aantoonen. Een in de open lucht genomen infectieproef gaf een volkomen negatief resultaat. Ook bij dadap (Erythrina lithosperma) kan Rostrella Coffeae in vochtige lucht op stengelwonden kiemen en fructificeeren. Het myceel is echter niet in staat in het gezonde schorsweefsel binnen te dringen en de wond geneest vrij vlug door kurkvorming.

Gelijksoortige resultaten werden met Albizzia molukkana en Cedrela serrata verkregen, terwijl bij Grevillea robusta en Melia Azedarach op de afgesnedene en in vochtige lucht bewaarde takken eene nog minder sterke ontwikkeling van Rostrella, eene vorming van peritheciën in het geheel niet plaats had.

Van kruidachtige planten werden Ageratum sp. (wedoesan) en Coleus sp. onderzocht. Bij de eerste plant werden op wonden in vochtige lucht conidiën en peritheciën gevormd. De schimmel verspreidde zich echter niet in het gezonde weefsel. Eene infectie in de open lucht was geheel zonder gevolg. Bij Coleus konde ook in de vochtige kamer geene schimmelvorming waargenomen worden.

Door proeven met suikerriet werd aangetoond, dat Rostrella Coffeae met Thielaviopsis ethaceticus Went, de oorzaak der ananasziekte van het suikerriet, niet identisch is.

5. De bestrijding der kankerziekte.

Nadat wij in de bovenstaande hoofdstukken zagen, dat bij alle kankerboomen eene pleksgewijze, bruine verkleuring van de schors heeft plaats gehad, dat in deze bruine plekken altijd eene bepaalde schimmel, die *Rostrella Coffeae* genoemd werd, voorkomt en dat het mogelijk is door infectie met deze schimmel kunstmatig aan te voren gezonde boomen dezelfde bruine plekken te doen ontstaan, kan wel geen twijfel daaromtrent bestaan, dat de *Rostrella Coffeae* werkelijk als de oorzaak der kankerziekte is te beschouwen. Wij moeten dus ook den kanker tot de besmettelijke infectieziekten rekenen, ofschoon het voorkomen der ziekte in de koffietuinen dit niet zeer waarschijnlijk maakt. Want reeds p. 25 werd medegedeeld, dat de kanker gewoonlijk niet groote complexen van boomen aantast, zooals b. v. de aaltjesziekte, maar dat gezonde en zieke boo-

men zonder regel door elkaar staan. Dit is ook in hoofdzaak de reden, waarom door verschillende heeren Administrateurs het besmettelijke karakter der kankerziekte wordt bestreden.

Dit sporadisch voorkomen der kankerziekte zal men nu echter volkomen begrijpelijk vinden, wanneer men in het oog houdt, dat *Rostrella Coffeae* volkomen onbeschadigde boomen niet in staat is aan te tasten, maar slechts door wonden in de schors kan binnendringen. Dit was ook de reden, waarom ik bij de bovenbeschreven proeven aan de te infecteeren objecten altijd te voren wonden heb toegebracht. Overigens heb ik ook opzettelijk eenige proeven genomen, waardoor wordt aangetoond, dat door onbeschadigde schors de kankerschimmel niet kan binnendringen. Ik wil van deze proeven, die allen hetzelfde resultaat hebben gegeven, slechts de volgende twee nader beschrijven:

Proef 25. Op den 6/6 werd van twee gelijk oude boomen van *Coffea arabica* bij boom I eene c. 3 dM. lange wond aangebracht en met water, waarin sporen van *Rostrella Coffeae* verdeeld waren, besproeid. Bij boom II werd een even lang, maar onbeschadigd stamstuk op dezelfde wijze met sporen besproeid. Bij beide boomen werd een gedeelte van de besproeide plek met staniool bedekt, om een te snel uitdrogen der sporen tegen te gaan.

Op den 29/6 waren bij boom I inzonderheid in het onder staniool zich bevindende gedeelte bruine vlekken in de schors te zien, waarin door mikroskopisch onderzoek peritheciën en makrosporen van *Rostrella Coffeae* konden aangetoond worden. Bij boom II was daarentegen zonder verwijdering der buitenste kurklagen, waarmee ik opzettelijk nog gewacht heb, van bruine kankerplekken niets te zien.

Op den 9/9 was bij boom I overal bruine kankerkleur langs de wond in de schors waar te nemen, terwijl bij boom II ook na nauwkeurig onderzoek der tot op het hout afgesneden schors geen kankerplek te vinden was.

Proef 26. Op den 8/7 werden van 3 gelijk oude boomen van *Coffea arabica* bij boom I en II wonden aan den stam aagebracht, terwijl boom III niet gewond werd. Alle 3 boomen werden toen uit hetzelfde glas met sporen van *Rostrella Coffeae* besproeid.

Op den 9/9 werden bij boom I een II op alle wonden kankerplekken gevonden. Bij boom III kon daarentegen ook bij een volkomen afpellen van de schors geen kankerplek waargenomen worden.

Buitendien zijn echter op de ondernemingen zelf eenige waarnemingen gedaan, die het waarschijnlijk maken, dat de kanker slechts van wonden uit in de gezonde planten binnendringt. Zoo werden mij van eene onderneming in het Blitarsche stamstukken van *Coffea arabica* toegezonden, die door kidangs waren aangevreten en aan de door de kidangs veroorzaakte wonden groote kankerplekken bezaten, die volgens het mikroskopisch onderzoek makroconidiën en peritheciën van *Rostrella Coffeae* bevatten. Door eenen Administrateur in het Malangsche wordt verder in de circulaire aangegeven, dat de zwaar gesnoeide boomen het hevigste van kanker hadden te lijden, terwijl een andere heeft opgemerkt, dat doorgeschoten boomen minder van kanker te lijden hadden dan getopte en dat misschien het herhaald snoeien bij de getopte boomen hiervan de oorzaak is.

Eene infectie door den kanker kan dus niet overal daar plaats hebben, waar de sporen van *Rostrella Coffeae* en de voor hun ontwikkeling noodzakelijke uiterlijke voorwaarden — vooral de noodige vochtigheid — aanwezig zijn, maar de boomen moeten ook met versche wonden voorzien zijn, omdat de schimmeldraden anders niet in de schors der koffieboomen kunnen binnendringen. Men kan dus op een door kanker besmet terrein eene verdere verspreiding der ziekte tegengaan, indien men ten eerste alle fructificaties van *Rostrella Coffeae* zoo spoedig mogelijk vernielt en ten tweede het ontstaan van wonden aan den stam der koffieboomen zoo veel mogelijk belemmert of de ontstaane wonden ten minste dadelijk onschadelijk maakt.

Wat nu in de eerste plaats de vernietiging der kankerschimmel aangaat, zoo kan deze het best daardoor bereikt worden, dat alle kankerboomen uitgegraven en verbrand worden, wat ook verleden jaar reeds op verschillende ondernemingen gedaan werd. Buitendien zoude men zich ook daartoe kunnen beperken, slechts de kankerplekken uit te snijden en te verbranden; maar de toepassing van dezen maatregel wordt in de praktijk daardoor moeilijk, omdat, zooals reeds p. 26 werd besproken, de uitgestrektheid der kankerplekken zonder een vrij diep afkrabben der buitenste kurklagen niet met zekerheid is waar te nemen. Daarom schijnt het mij ook doelmatiger,

wanneer het getal der kankerboomen niet al te groot is, deze dadelijk geheel te verbranden en wel zoude het goed zijn dit dadelijk op de plaats zelf te doen, omdat anders bij het transport door gezonde tuinen allicht eene besmetting van deze zoude kunnen plaats hebben.

Wanneer nu echter wederom, zooals verleden jaar, eene groote kankerepidemie mocht optreden en de met de boven beschrevene maatregel verbonden onkosten voor de toepassing ervan zouden doen terugschrikken, zoo kan men misschien ook daarmee volstaan, dat men bij alle ziekelijke boomen den geheelen stam met teer bestrijkt. De bedoeling hiervan is dan niet de zoo behandelde boomen weder te doen genezen — of en hoe dit mogelijk is, zal dadelijk uitvoeriger besproken worden — maar slechts eene besmetting der nog gezonde boomen te belemmeren, daar door het teeren alle op de schors aanwezige kankersporen gedood en het ontwijken van de meer naar binnen toe gelegene wordt tegengegaan. Ook als men de geteerde boomen later op stomp kapt of uitgraaft, bestaat minder gevaar, dat de besmette stamstukken bij het slepen door de tuinen nieuwe besmetting veroorzaken.

Om nu verder aan de nog niet besmette boomen het ontstaan van wonden te kunnen tegengaan, moet men eerst weten, waardoor aan de stammen der koffieboomen wonden kunnen ontstaan. In dit opzicht behoort nu wel het reeds op p. 57 genoemde geval, waar door kidangs de stam werd beschadigd, tot de uitzonderingen. Daarentegen heb ik zeer dikwijls in den stam der kankerboomen twee soorten van insecten aangetroffen en wel, zooals ik reeds op het congres te Malang heb medegedeeld, een tot de *Bostrychiden* behoorend torretje en de rupsen van eene *Tineïde*. Daar deze dieren en de door hen veroorzaakte wonden betrekkelijk klein zijn, zoo kunnen zij aan de boomen slechts dan direct eene noemenswaarde schade aanrichten, wanneer zij in zeer groote hoeveelheden optreden. Daarentegen is natuurlijk ook de kleinste wond voldoende, om voor de kankerschimmel als toegangspoort te dienen, en het is reeds daarom aan te bevelen, deze dieren zoo veel mogelijk te dooden of van den stam der koffieboomen verre te houden. Dit kan nu het best door toepassing van vergiftige stoffen, b. v. door bestrijken der stammen met kalkmelk of bouillie bordelaise geschieden. Deze middelen

moeten echter in dit geval vooral ook bij de gezonde boomen in toepassing worden gebracht. Inderdaad schijnt op eene onderneming in het Malangsche eene behandeling van alle stammen met bouillie bordelaise goede resultaten te hebben gegeven.

Op een land op den Kawi werden verder goede uitkomsten verkregen „door de stammen der koffieboomen schoon te maken, resp. ze te zuiveren van mos, woekerplanten, schadelijke schimmels en overtollige schors". De bedoeling was hierbij in de eerste plants te voorkomen, dat regenwater en vocht te lang aan de stammen blijven hangen, „wat een geschikte schuilplaats konde wezen voor de schimmel, die den koffiekanker veroorzaakt". Zeer waarschijnlijk kan deze behandeling echter ook daardoor van voordeel zijn, dat de gladde stammen minder door parasieten zullen geteisterd worden, dan boomen, waarvan de stam niet gezuiverd is.

Verder is het vooral bij getopte boomen niet te vermijden, dat bij het snoeien en afbreken der uitloopers wonden aan de stammen ontstaan en het is nu de vraag, hoe deze kunnen onschadelijk gemaakt worden.

Allereerst mag ik in dit opzicht wel daaraan herinneren, dat volgens de in het IVde hoofdstuk beschrevene infectieproeven de kankerschimmel zich slechts in den schors van oude stamstukken kan uitbreiden, niet echter in jonge, nog groene deelen der koffieplant. Hierna zoude het, wanneer men slechts bestrijding van den kanker in het oog houdt, doelmatig zijn, de uitloopers niet, zooals dit gewoonlijk geschiedt, door afbreken te verwijderen, maar door afsnijden met een scherp mes of eene schaar, waarbij ook natuurlijk veel minder diepe en sneller weer genezende wonden ontstaan. Daar zich echter blijkbaar veel sneller weer uitloopers vormen, wanneer zij op deze wijze verwijderd worden, zoo is deze methode op landen met zeer weelderigen groei zeker niet zonder aanzienlijke kosten toe te passen.

Verder kan men echter ook door bestrijken der wonden met vergiftige stoffen het binnendringen der kankerschimmel tegengaan. Op een land werd hiervoor met goede uitkomsten *teer* gebruikt. Eenige door mij met deze stof genomen proeven hebben eveneens gunstige resultaten gegeven. Ik wil van deze proeven slechts één iets uitvoeriger beschrijven.

Proef 27. Op den 8/7 werden 4 oude boomen van *Coffea arabica* door 9 oppervlakkige, c. 3 cM. lange sneden gewond en daarna dadelijk met in water verdeelde sporen van *Rostrella Coffeae* besproeid. Bij boom II en III werden verder 5 minuten later alle wonden, met uitzondering der 3 bovenste met houtteer bestreken.

Op den 10/7, dus 2 dagen later, werden ook bij boom I alle wonden met uitzondering der 3 bovenste met houtteer bestreken. Van de kankerschimmel was op dit tijdstip met het bloote oog niets te zien.

Op den 9/9 werden eenige dier plekken onderzocht en wel vond ik bij boom III aan de niet geteerde wonden kankerplekken, die tot 5 mM. breed en weinig langer waren dan de wonden. Van de 6 niet geteerde wonden was slechts bij de eene een kleine kankerplek waar te nemen.

Bij boom IV, die niet geteerd was, werden aan alle wonden kankerplekken gevonden, bij de onderste wond was de kankerplek reeds c 2,5 cM. breed en c. 1.5 cM. langer dan de wond.

Bij boom I werd bij de 3 onderzochte geteerde wonden geen kankerplek gevonden, maar wel aan ieder der 3 niet geteerde wonden.

Op den 15/10 werden de 3 andere geteerde wonden van boom I onderzocht en nergens een kankerplek gevonden.

Bij boom II vond ik denzelfden dag aan de 6 geteerde wonden geen kankerplek, maar wel aan de 3 niet geteerde.

Bij deze proef werden dus van de op dezelfde wijze met *Rostrella*-sporen geïnfecteerde wonden van de 18 niet geteerde bij allen, van de 18 geteerde echter slechts bij 1 kankerplekken gevormd. Het kan dus niet twijfelachtig zijn, dat het teeren de infectie van wonden door de kankerschimmel in hoogen mate kan tegengaan en het is dus zeker aan te bevelen, dit middel in terreinen waar de kanker voorkomt, ten minste altijd dan toe te passen, wanneer door het op stomp kappen of iets soortgelijks aan de koffieboomen wonden worden toegebracht.

Eindelijk hebben wij nu nog de vraag na te gaan, of het mogelijk is, boomen die door kanker zijn aangetast weder volkomen gezond te maken.

Het eenvoudigste en ook reeds op verschillende landen toegepaste middel zoude nu wel daarin bestaan, dat men de bedoelde boomen op stomp kapt. vooral wanneer zich, zooals dit dikwijls het geval is, slechts aan het bovenste einde van den stam een kankerplek bevindt, is van dit middel een goed resultaat te verwachten.

Wanneer nu echter blijkens de opgaven in de circulaires toch over het algemeen door het opstompkappen slechte resultaten zijn verkregen en de het eerst gevormde krachtige uitloopers later dikwijls weer zijn afgestorven, zoo kan dit wel in enkele gevallen daardoor veroorzaakt zijn, dat in den terugblijvenden stomp reeds vóór het opstompkappen een tweede kankerplek aanwezig was, maar buitendien bestaat er immers ook zeer veel kans, dat juist op de door het opstompkappen ontstane groote wond de kankerschimmel is binnengedrongen. Het is zeer waarschijnlijk dat men aanzienlijk betere resultaten zoude verkrijgen, wanneer men deze wonden door teeren onschadelijk maakt.

Buitendien is echter op het reeds herhaalde malen genoemde land op den Kawi de proef genomen de kankerplekken uit te snijden en de wond daarop te teeren. De uitgestrektheid der plekken was in dit geval duidelijk te bepalen, daar de bedoelde boomen, zooals p. 26 werd medegedeeld, te voren waren schoongemaakt. Over deze proeven werd mij door den Administrateur der bedoelde onderneming welwillend het navolgende medegedeeld.

„De ziekte kwam voornamelijk voor in 18-jarige doorgeschoten tuinen op vochtige plaatsen en dan daar, waar de aanplant aaneengesloten is.

„Aangezien, wanneer men in dergelijke doorgeschoten en aaneengesloten aanplantingen een enkele koffieboom middenin op stomp zaagt, deze bezwaarlijk een goeden uitlooper kan maken, had ik een ander middel bedacht om deze plaag te bestrijden, teneinde de kruin van den boom te behouden. Dit bestrijdingsmiddel bestond uit het uitsnijden der zieke plaatsen van den boom en het met koolteer bestrijken der daardoor gemaakte wonde plekken.

„Hoewel de onkosten begrijpelijkerwijze nog al hoog liepen, heb ik bij dit middel zeer veel baat gevonden, vooral, omdat ik de kruinen der boomen niet verloor. Verkeert de ziekte nog in haar eerste stadium, zoodat maar een klein gedeelte van de cambiumlaag aangetast is, hetwelk bij de meeste boomen hier het geval was, dan houdt de kruin zich goed, ook bij overvloedige vruchtdracht. Is de ziekte echter verder gevorderd, zoodat met het uitsnijden der aangetaste plek een grooter gedeelte van de cambiumlaag verloren

gaat, dan men als gezond aan de boom behoudt, dan kwijnt de kruin toch langzamerhand, doordat deze geneigd is te overvloedig te bloeien en meer vrucht te dragen dan zij rijp kan maken. Heeft de kanker echter den stam geheel geringd, dan heeft dit middel natuurlijk geen baat."

Daar dit bericht een jaar na de toepassing van het beschreven bestrijdingsmiddel geschreven werd, is het zeker, dat toen de gevolgen daarvan reeds te beoordeelen waren en het is ongetwijfeld aan te raden deze methode ook op andere landen, waar de kanker nog voorkomt, — ten minste bij wijze van proef — in toepassing te brengen.

Die Nematodenkrankheit der Kaffeepflanzen auf Java*)

von

Prof. Dr. A. Zimmermann,

Botaniker an der Versuchsstation für Kaffeecultur.

Schon bei Gelegenheit einer zur vorläufigen Orientirung unternommenen grösseren Reise, bei der in den Hauptcentren der Kaffeecultur von Ostjava zahlreiche Kaffeeplantagen besucht wurden, konnte das Vorhandensein einer sehr verbreiteten Krankheit constatirt werden, durch die mehr oder weniger grosse Complexe van Kaffeebäumen vollständig getötet waren. All die Flecken, auf denen die Kaffeebäume abgestorben waren, hatten ferner das gemeinsam, dass auf ihnen, wenn sie wieder aufs neue mit Javakaffee (Coffea arabica) bepflanzt wurden, dieser fast ausnahmslos in kurzer Zeit (im ersten oder zweiten Jahre) zu Grunde ging.

Eine genauere Untersuchung der absterbenden Pflanzen zeigte, dass wir es hier sicher mit einer *Wurzelkrankheit* zu thun haben und zwar sterben zuerst die feineren Haarwurzeln ab; von diesen aus werden dann die älteren Wurzeltheile inficirt, bis schliesslich das ganze Wurzelsystem abgestorben ist. In den absterbenden Wurzeln konnte ferner durch mikroskopische Untersuchung das Vorkommen von Nematoden nachgewiesen werden und zwar waren

---

(*) Die vorliegende Mittheilung giebt eine Zusammenfassung der in der Teysmannia 1897 p. 182 und 1900 p. 195 und in den „Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin" No. 27 und No. 37 ausführlich beschriebenen Untersuchungen des Verfassers.

dies namentlich zwei neue Arten von Tylenchus, die als *Tylenchus Coffeae* und *Tylenchus acutocaudatus* bezeichnet werden. Diese beiden Arten, deren ganzer Entwickelungsgang a. a. O. genau beschrieben und durch Abbildungen illustrirt wird, kommen gewöhnlich nicht auf der gleichen Plantage vor, sind aber beide auf Java sehr verbreitet.

Dass nun diese beiden Tylenchus spec. als die *Ursache* der auf den Kaffeeplantagen beobachteten Krankheit anzusehen sind, folgt u. a. daraus, dass sie in allen darauf untersuchten Fällen in den absterbenden Wurzeln nachgegewiesen werden konnten und zwar gerade an der Grenze zwischen den noch lebenden und den schon abgestorbenen Wurzeltheilen. Ferner wurden aber auch mit beidenTylenchus spec. *Infectionsversuche* gemacht, wobei die inficirten Pflanzen unter denselben Erscheinungen zu Grunde gingen, als die betreffenden Bäume auf den Kaffeeplantagen.

Ausserdem wurden nun aber noch verschiedene *andere Organismen* in den untersuchten Wurzeln angetroffen, so namentlich einige andere Nematodenarten, von denen *Aphelenchus Coffeae* sp. n., *Cephalobus brevicaudatus* sp. n. *Cephalobus longicaudatus* Bütschli, *Rhabditis bicornis* sp. n. und *Dorylaimns javanicus* sp. n. beschrieben und abgebildet werden. Von diesen Nematoden kommen jedoch nur die Cephalobus-arten sehr häufig in den erkrankten Kaffeewurzeln vor. Dass sie aber zu der Krankheit in causaler Beziehung stehen sollten, wird schon dadurch sehr unwahrscheinlich dass diese Nematoden auf Java ganz allgemein in allen absterbenden und verfaulenden Pflanzentheilen vorkommen.

Ausser den erwähnten Nematoden konnten in den erkrankten Wurzeln namentlich noch *Milben* nachgewiesen werden, die wahrscheinlich auch gesunde Wurzeln antasten. Mit Sicherheit konnte aber die pathologische Bedeutung dieser Milben noch nicht festgestellt werden.

Wann die Nematodenkrankheit zuerst auf Java aufgetreten ist, konnte nicht mehr mit Sicherheit festgestellt werden; wahrscheinlich ist sie hier aber schon seit längerer Zeit anwesend. In der Literatur liegen hierüber nur ältere Angaben von Soltwedel vor, der schon 1889 in Mitteljava auf 3 Kaffeeplantagen das Vorkommen einer Nematodenkrankheit nachweisen konnte. Dieser Forscher fand aber in den Kaffeewurzeln keine Tylenchen, sondern *Heterodera radicicola*. Dies ist um so merkwürdiger, als ich diese Nematode niemals in den Kaffeewurzeln angetroffen habe, obwohl sie in den Kaffeeplantagen in verschiedenen Unkräutern sehr verbreitet ist. Selbst bei verschiedenen Infectionsversuchen gelang es mir nicht, Javakaffee mit *Heterodera radicicola* zu inficieren. Uebrigens liegen ganz ähnliche Angaben auch aus Brasilien vor, wo 1887 durch Göldi *Heterodera* in den Kaffeewurzeln nachgewiesen wurde, während neuerdings Noack—in einer allerdings mehr südlich gelegenen Provinz—eine *Aphelenchus* spec. in den Kaffeewurzeln beobachtet hat.

In anderen Pflanzen als Javakaffee scheinen die beiden obengenannten *Tylenchus* spec. nach den bisher vorliegenden Untersuchungen nur ausnahmsweise vorzukommen. Am meisten hat unter denselben noch der *Liberiakaffee* zu leiden, der namentlich durch den *Tylenchus acutocaudatus* in einigen Gegenden stark geschädigt wird. Im Allgemeinen besitzt aber diese Art eine viel grössere Widerstandsfähigkeit gegen die Nematoden und entwickelt sich auf Flecken, auf denen der Javakaffee ausgestorben war, meist sehr kräftig.

In einem Falle wurde ausserdem noch das Vorkommen von *Tylenchus acutocaudatus* in jungen *Theepflanzen* nachgewiesen.

Verschiedene Versuche wurden gemacht, um den ganzen Entwickelungsgang der in den Kaffeewurzeln gefundenen Nematoden bei der Cultur im hängenden Tropfen, in Em-

bryoschalen u. dergl. zu beobachten. Bei den beiden *Tylenchus*-Arten gaben diese Versuche aber bisher keine günstigen Resultate. Dahingegen gelangen dieselben sehr leicht mit den beiden *Cephalobus*-Arten. Für diese konnte nachgewiesen werden, dass sie in 7-8 Tagen ihren ganzen Entwickelungsgang von Ei zu Ei durchlaufen können und dass ferner ein geschlechtsreifes Weibchen in 7 Tagen über 100 Eier legen kann. Hierfür ist die Anwesenheit von Männchen nicht erforderlich; vielmehr kann die Fortpflanzung auch auf rein parthenogenetischem Wege stattfinden.

Neuerdings konnte ich nun aber auch für die beiden Tylenchus-Arten nachweisen, dass sie sehr lange Zeit in Wasser leben können. Bei der Cultur in Embryoschalen wurden in einem Falle selbst nach 40 Tagen nach dem Ansetzen der Cultur noch einige lebende Tylenchen in derselben angetroffen.

Um über die *Verbreitung* der Nematodenkrankheit über die verschiedenen Theile von Java statistische Daten zu erhalten, wurden an alle Kaffeeplantagen diesbezügliche Fragebogen gesandt, die aber leider nur zum kleineren Theile beantwortet wurden, so dass es noch nicht möglich ist, den durch die Nematodenkrankheit angerichteten Schaden einigermassen genau abzuschätzen. Immerhin folgt doch bereits aus den erhaltenen Mittheilungen und den eigenen Beobachtungen, dass mehrere 1000 bouws von Javakaffee (1 bouw=70, 96 ar.) wahrscheinich mehr als 4000 bouws und folglich mehrere Millionen Kaffeebäume durch die Nematodenkrankheit getötet sind.

Die bisher ausgeführten Versuche, um durch chemische Mittel eine *Bestreitung* der Nematoden zu bewirken, gaben wenig günstige Resultate. Speciell hat sich Eisensulfat, das anfangs günstige Ergebnisse versprach, bei späteren Versuchen nicht bewährt. Ebenso wurden auch mit einem von anderer Seite empfohlenen Pflanzengifte, das durch Zer-

reiben der unreifen Früchte von Pangium edule bereitet wurde und reich an Blausäure ist, negative Resultate erhalten. Es zeigte sich bei diesen Versuchen, dass speciell die Eier der Tylenchen durch grosse Widerstandsfähigkeit gegen schädliche Einwirkungen ausgezeichnet sind.

Eine totale Vernichtung der im Boden enthaltenen Nematoden dürfte auch schon deshalb mit grossen Schwierigkeiten verbunden sein, weil dieselben nach einigen Bestimmungen des Verf. in noch relativ grosser Tiefe vorkommen. Sie konnten nämlich mit Sicherheit $^1/_2$ M. unter der Erdoberfläche angetroffen werden und es ist sogar nicht unwahrscheinlich, dass sie selbst noch tiefer gehen können.

Ist es somit nicht wahrscheinlich, dass es binnen kurzer Zeit gelingen sollte, ein Mittel zur directen Bestreitung der Kaffeenematoden zu finden, so muss man natürlich doch danach trachten, dieselben schon jetzt möglichst unschädlich zu machen. Mit Rücksicht hierauf hat Verf. als Verhaltungsmaassregeln fur die Praxis die folgenden 5 Thesen aufgestellt:

I. Flecken, auf denen der Javakaffee abstirbt und in den absterbenden Pflanzen durch mikroskopische Untersuchung das Vorkommen von *Tylenchus Coffeae* oder *Tylenchus acutocaudatus* nachgewiesen ist, sind in keinem Falle wieder mit Javakaffee zu bepflanzen.

II. Auf den in No. I. definirten Nematodenflecken ist so wenig wie möglich in dem Boden zu arbeiten und es ist auch zu verhindern, dass unnöthig darauf herumgelaufen wird.

III. Die Nematodenflecken können auf Plantagen, auf denen der Liberiakaffee gut wächst und Frucht ansetzt, mit dieser Kaffee-Art oder auch mit Pfropflingen bepflanzt werden, das letztere aber mehr als Versuch und nicht in all zu grossem Maasstabe.

IV. Wenn man nicht zum Bepflanzen mit Liberiakaffee oder Pfropflingen übergehen will, so sind grosse Nematoden-

flecken nach dem Ausgraben aller Kaffeepflanzen und nach dem Verbrennen ihrer Wurzeln wieder zu bewalden oder mit anderen Culturpflanzen als Kaffee zu bepflanzen, das Letztere aber vorläufig nicht im Grossen, sondern mehr als Versuch.

V. Kleinere Nematodenflecken können auf dieselbe Weise behandelt werden oder auch nach dem Entfernen von allen Kaffee-und Schattenbäumen mit Leguminosen wie *Phaseolus lunatus*, *Crotalaria* spec. und *Indigofera* bepflanzt werden.

Bezüglich der Pfropflinge will ich noch bemerken, dass hiermit solche von Javakaffee auf Liberiakaffee als Unterstamm gemeint sind, und zwar sind in dieser Hinsicht die besten Resultate erhalten nach der von *Butin Schaap* empfohlenen Methode, nach der in der Plantage selbst auf eine gut angewachsene Liberiapflanze gepfropft und das Entreis sofort mit einem Reagenzcylinder bedeckt wird.

Zum Schluss gebe ich noch kurze *Diagnosen* von den in den citirten Arbeiten beschriebenen neuen Arten von Nematoden:

1. Tylenchus Coffeae Die Eier sind 52—56 mik. lang und 23—26 mik. breit.

Die jüngsten Larven sind 0,22 mm. lang und 5,3 %l. (*) breit. Das Hinterende des Mundstachels ist ziemlich stark verdickt. Derselbe ist 15 mik. lang.

Das ausgewachsene Weibchen ist durchschnitlich 0,66 mm. lang und 4,8 %l. dick. Die Vulva ist 81,2 %l. vom Kopfende entfernt. Der stumpfendigende Schwanz ist 4,8 %l. lang.

Die ausgewachsenen Männchen sind 0,56—0,61 mm. lang

(*) Die Abkürzung %l. wird im Folgenden zur Bezeichung der in Procenten der Körperlänge ausgedrückten Dimensionen gebraucht.

und 3, 9 °/₀l dick. Der Mundstachel ist am Hinterende eben so stark verdickt als beim Weibchen. Der Porus excretorius ist 0,08 mm vom Kopfende entfernt. Die Anogenitalöffnung ist durchschnittlich 95 °/₀l vom Kopfende entfernt. Die beiden Spicula nebst dem accessorischen Stücke sind deutlich zu sehen. Die Bursa reicht bis zum Ende des Schwanzes. Ungefähr in der Mitte zwischen der Genitalöffnung und dem Ende des Schwanzes befindet sich auf jeder Seite eine Papille.

In der Wurzelrinde von Coffea arabica auf ganz Java verbreitet und sehr schädlich.

2. Tylenchus acutocaudatus. Die Eier sind durchschnittlich 77 mik. lang und 39 mik. breit. Die ausgewachsenen Weibchen besitzen eine Länge von 0,70 mm und eine Breite von 5,2 °/₀l. Der 2 °/₀l lange Mundstachel ist am Hinterende ziemlich stark verdickt. Der Porus excretorius ist 14 °/₀l vom Kopfende entfernt. Der spitz zulaufende Schwanz ist durchschnittlich 11 °/₀l lang. Die Genitalöffnung ist 59 °/₀l vom Kopfende entfernt. Der Uterus besteht aus 2 symmetrischen Armen.

Die ausgewachsenen Männchen sind 0,5—0,66 mm lang und 3, 3 °/₀l breit. Die Schwanzlänge beträgt durchschnittlich 14, 2 °/₀l. Der Porus excretorius ist 15, 8 °/₀l vom Kopfende entfernt. Der Kopf ist ungefähr doppelt so hoch als beim Weibchen und wenig cutinisirt. Der Mundstachel ist am Hinterende nicht verdickt und 13 mik. lang. Die Bursa endigt dicht hinter der Mitte des Schwanzes.

Ebenfalls sehr häufig in den Wurzeln von Coffea arabica und zwar namentlich in der jungen Rinde und im Cambium; einmal auch in jungen Theepflanzen beobachtet.

3. Aphelenchus Coffeae. Die bisher allein beobachteten Weibchen besitzen eine Länge von 0,35—0,47 mm und eine Breite von 4,25 °/₀l. Der 2,5 °/₀l lange Mundstachel

ist ziemlich zart und besitzt am Hinterende eine nur schwache Verdickung. Der Bulbus ist verhältnissmässig gross und beinah eben so breit als der Körper der Nematode. Das Hinterende desselben ist 13 °/₀l vom Kopfende entfernt. Dicht hinter dem Bulbus befindet sich der Porus excretorius. Die Vulva ist durchschnittlich 70 °/₀l vom Kopfende entfernt. Der Schwanz besitzt eine Länge von 6, 1 °/₀l und ist — ebenso wie bei den Larven — mit einer Stachelspitze versehen.

In der Wurzelrinde von Coffea arabica stellenweise.

4. Cephalobus brevicaudatus. Die Eier besitzen eine Länge von 46 mik. und eine Breite 23 mik.

Die Weibchen sind 0,63—0,78 mm. lang und bis 6, 2 °/₀l dick. Die Membran zeigt deutliche Querstreifen, die c. 2 mik. von einander entfernt sind. Das Hinterende des Bulbus ist 23 °/₀l, der Porus excretorius 17 °/₀l, die Vulva 64 °/₀l und die Analöffnung 93,1 °/₀l vom Kopfende entfernt. Der Schwanz endigt meist spitz, zuweilen aber auch stumpf.

Die Männchen sind 0, 61—0, 74 mm. lang und bis 4, 2 °/₀l dick. Das Hinterende des Bulbus ist 35 °/₀l, die Analöffnung 95 °/₀l vom Kopfende entfernt. Der Schwanz trägt an seinem Ende eine feine Stachelspitze und ungefähr in seiner Mitte ein Paar laterale Papillen.

Sehr häufig in absterbenden und abgestorbenen Wurzeln von Coffea arabica, aber auch sonst in allerlei faulenden Pflanzentheilen und wahrscheinlich nicht schädlich.

5. Rhabditis bicornis. Die Weibchen erreichen eine Länge von 0,41 mm und eine Dicke von 6, 8 °/₀l. Das Hinterende des Bulbus ist durchschnittlich 24 °/₀l, die Vulva 55 °/₀l vom Kopfende entfernt. Der Porus excretorius befindet sich dicht beim Vorderende des Bulbus. Der Uterus besitzt 2 symmetrische, umgeschlagene Arme. Der Schwanz bezitzt eine Länge von 10,5 °/₀l und endigt sehr spitz.

Am Kopfende befinden sich 2 hörnchenförmige, schwach lichtbrechende Fortsätze.

Männchen konnten bisher nicht beobachtet werden.

Findet sich ziemlich häufig in abgestorbenen Wurzeln von Coffea arabica.

6. Dorylaimus javanicus. Die bisher allein beobachteten Weibchen besitzen eine Länge von 1,1—1,3 mm. und eine Dicke von durchschnittlich 3,0 °/₀l. Das Hinterende des Oesophagus ist 22 °/₀l., die Vulva 47 °/₀ l. vom Kopfende entfernt. Der in eine haarfeine Spitze auslaufende Schwanz besitzt eine Länge von 12 °/₀l.

Wurde stellenweise in abgestorbenen Kaffeewurzeln beobachtet, meist aber nur in wenigen Exemplaren.

Ueber den Krebs von Coffea arabica, verursacht durch Rostrella Coffeae gen. et sp. n. (*)

von

Prof. Dr. A. Zimmermann.

Die auf verschiedenen Kaffeeplantagen Ost-Javas unter dem Namen „kanker“ bekannte Krankheit der Kaffeebäume ist äusserlich dadurch karakterisirt, dass bei zuvor vollkommen gesunden Bäumen plötzlich entweder nur an einzelnen Zweigen oder am ganzen Baum die Blätter welk werden und allmählich vertrocknen. Bei genauerer Unter-

(*) Eine ausführlichere Mittheilung hierüber erschien in den „Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin“, No. 37. p. 24—62.

suchung findet man ferner, dass die betreffenden Bäume an der Rinde braune Flecken besitzen, bei denen die braune Färbung bis an das Holz reicht. Diese Flecken liegen ferner stets unterhalb der erkrankten Zweige. Gehen sie ganz um den Stamm herum, so verwelkt die ganze oberhalb des Fleckens gelegene Krone.

Bei mikroskopischer Untersuchung konnten in diesen Flecken braune, kugelförmige Zellen nachgewiesen werden, die meist zu mehreren in den Rindenparenchymzellen enthalten sind und als *Makroconidien* von dem die Krebskrankheit verursachenden Pilze aufzufassen sind. Dieser wird vom Verf. als *Rostrella Coffeae* bezeichnet und sein ganzer Entwickelungsgang ausführlich beschrieben. Danach bildet dieser Pilz ausser den kugeligen Makroconidien, die bei der Cultur des Pilzes auf der Oberfläche von verwundeten Kaffeezweigen an kurzen Seitenzweigen des Mycels entstehen, farblose *Mikroconidien*, die lange Ketten bilden, von denen aber die jüngste von dem röhrenförmigen Ende des Conidienträgers umschlossen ist. Diese Conidien sind anfangs cylindrisch; die später entstehenden werden aber allmählich kürzer und dicker, so dass schliesslich fast kugelförmige Conidien enstehen. Nach Uebertragung in ein Decoct von Kafteerinde bilden Makro- und Mikroconidien ein mehr oder weniger kräftiges Mycel, von dem einzelne Aeste aus dem Substrat herauswachsen und dann in die einzelnen Zellen zerfallen.

Schliesslich bildet der Pilz aber auch lang geschnäbelte *Perithecien*, in denen farblose, mit einem ringförmigen, manchettenartigen Häutchen versehene Sporen gebildet werden. Nach der allerdings noch nicht in allen Einzelheiten untersuchten Entwickelungsgeschichte dieser Perithecien ist unser Pilz zu den *Aspergillaceen*, wahrscheinlich in die Nähe von *Microascus* zu stellen. Dass aber die beschriebenen Perithecien wirklich zu dem gleichen Pilze ge-

hören als die Mikro- und Makrosporen, folgt einerseits daraus, dass die Ascosporen bei der Keimung dieselben Mycelien bilden als die anderen Sporen und andererseits auch aus Infectionsversuchen, bei denen immer alle drei Arten von Sporen erhalten wurden und zwar auch dann, wenn in dem Aussaatmaterial sicher keine Ascosporen enthalten waren und die nicht inficirten Controlstücke von Pilzen frei geblieben waren.

Bezüglich der Infectionsversuche sei noch erwähnt, dass dieselben sowohl an abgeschittenen Stammstücken von Coffea arabica als auch an den im Freien stehenden Bäumen sehr gut gelingen, wenn an denselben zuvor Wunden angebracht sind. Auch grüne Pflanzentheile, sogar Blätter von Coffea arabica konnten mit Rostrella-Sporen inficirt werden, doch breitet sich das Mycel in disen weniger aus als in älteren Stammstücken. In letzteren waren in der Rinde stets die braunen Makroconidien nachzuweisen. Auch zeigte die Rinde makroskopisch die gleiche braune Färbung, die bei den auf den Kaffeeplantagen erkrankten Bäumen beobachtet war.

Auch auf anderen Pflanzen, wie z. B. Coffea liberica, Erythrina lithosperma, Albizzia molukkana und Cedrela serrata vermag Rostrella Coffeae sich zu entwickeln, wenn dieselben zuvor verwundet sind. Das Mycelium des Pilzes ist aber nicht im Stande bei diesen Pflanzen in das gesunde Rindengewebe einzudringen, sondern bleibt oberflächlich und wird durch Korkbildung unschädlich gemacht.

Zur Bestreitung der Krankheit hat man zunächst in inficirten Gegenden ein Verwunden der Kafteepflanzen möglichst zu vermeiden und unvermeidliche Wunden durch Bestreichen mit einem Insecticid unschädlich zu machen. Bei einigen derartigen Versuchen, bei denen die Wunden getheert wurden, wurden sehr günstige Resultate erhalten. Die erkrankten Bäume werden ferner am besten so schnell

wie möglich abgehauen und verbrannt. Auf einer Unternehmung wurden allerdings auch durch Ausschneiden und nachheriges Theeren der erkrankten Rindentheile günstige Resultate erhalten.

Die Krankheit ist bisher namentlich an der Westseite des Smeru beobachtet und hat hier nach den Angaben der betreffenden Administrateure ungefähr 800,000 Bäume getötet. Weniger ausgedehnte Erkrankungen sind ferner auch in einigen anderen Gegenden beobachtet.

Untersuchungen über Krankheiten des Kakaos.

Hierzu Tafel XI.

I. Über den Hexenbesen der Kakaobäume in Kamerun.

Von

Dr. F. C. von Faber,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter an der Kaiserlichen Biologischen Anstalt.

Die im folgenden beschriebene Krankheit wurde zuerst von Busse im Jahre 1905 auf den Plantagen Bibundi und Isongo im Kameruner Küstenlande beobachtet. Busse gab damals[1]) eine kurze Beschreibung der Krankheit und wies nach, daß in den Gefäßen der erkrankten Axen farblose, verhältnismäßig dickwandige Pilzhyphen vorhanden sind, die einzeln oder zu mehreren das Gefäß in der Längsrichtung durchziehen. „Von den Zweigen aus geht der Pilz in die Blattstiele über. Fruktifikationsorgane habe ich bisher nicht nachweisen können. Blüten sind an dem von mir gesammelten Material nicht ausgebildet."

Als ich im Frühjahr 1907 in Kamerun zur Untersuchung der Kakao- und Kautschukkrankheiten weilte, hatte ich Gelegenheit, den Kakao-Hexenbesen aus eigener Anschauung kennen zu lernen und weiteres Material aus Kamerun zur Untersuchung zu sammeln. Ehe ich deren Ergebnisse mitteile, muß zunächst einer nahe verwandten Kakaokrankheit aus Südamerika gedacht werden, der sogenannten „Krulloten".

In Surinam ist diese schon seit längerer Zeit bekannt. Zuerst trat diese Krankheit nur sporadisch auf, sie verbreitete sich aber schnell und nahm stellenweise sogar epidemischen Charakter an. Ein ausführlicher Bericht über die Krankheitserscheinungen wurde zuerst von Ritzema Bos[2]) auf Grund des ihm aus Surinam übersandten Materials gegeben.

Die äußere Ähnlichkeit der „Krulloten" mit den Hexenbesen einheimischer Bäume führte ihn zu der Vermutung, daß der Bildung der „Krulloten" dieselbe Ursache zu grunde liegen müßte, wie unseren einheimischen Hexenbesenerkrankungen. Zwar war Ritzema Bos nicht imstande in dem schlecht konservierten Material ein

[1]) W. Busse im Tropenpflanzer, IX. Jahrg., 1905, No. 5.

[2]) Ritzema Bos, Over krulloten en Hexenbezems in de Cacaoboomen in Suriname en eenige opmerkingen over Hexenbezems in 't algemeen. Tijdschrift over Plantenziekten, 6. Jahrg., 1900, S. 65.

Mycel zu entdecken, doch fand er nach langem Suchen auf der Unterseite zweier Blätter Gebilde, ähnlich den Ascis eines *Exoascus*. Trotzdem es ihm nicht möglich war die Natur dieser Fruktifikationsform genau zu identifizieren — da das Material zu schlecht erhalten war, — glaubte er doch mit solcher Sicherheit an die Zugehörigkeit zu *Exoascus* und an die Eigenschaft als Erreger der „Krulloten", daß er den fraglichen Pilz *Exoascus Theobromae* n. sp. nannte.

v. Faber phot. Hexenbesenzweig.

Eine andere Mitteilung über dieselbe Krankheit gibt Hart[1]), ebenfalls auf Grund von Material aus Surinam, das er dann nach Kew zur Untersuchung sandte. Massee hat dieses Material untersucht und keinen *Exoascus* finden können.

[1]) J. H. Hart, Cacao diseases. Bull. of Miscellaneous Information. Bot. Dep. Trinidad. April 1901, p. 328.

Dann gibt Howard[1]) eine kurze Darstellung seiner Untersuchungen von in Formalin und Alkohol konserviertem Material aus Surinam. Auch Howard konnte keinen *Exoascus* finden. Auf den Ästen fand er nur Konidien, die er ihrem Aussehen nach zur Gattung *Fusarium* rechnete.

Im Jahre 1904 gibt Went[2]) eine ausführliche Arbeit über die Westindischen „Krulloten". Went lernte die Krankheit selbst in Surinam während eines dreimonatlichen Aufenthalts kennen und fand in dem von ihm untersuchten Material zwar ein Mycel, jedoch keine zur Bestimmung geeigneten Fruchtkörper. In seiner Arbeit gibt er eine ausführliche Beschreibung von der pathologischen Anatomie der „Krulloten". Zuletzt lieferte van Hall[3]) eine kurze Mitteilung über die „Krulloten" in Surinam. Auch ihm war es noch nicht möglich, den Pilz zu bestimmen. Außerdem gab er eine Beschreibung der von ihm eingeleiteten Bekämpfungsversuche.

Kehren wir nunmehr zur Kameruner Hexenbesenkrankheit zurück.

Morphologie des Hexenbesens.

Die Entstehung des Hexenbesens nimmt ihren Anfang an einer infizierten Knospe. Die aus solchen Knospen hervorgegangenen Zweige weichen in ihrer äußeren Erscheinung von den gesunden normalen erheblich ab.

Busse[4]) sagt hierüber folgendes:

„Die befallenen Äste fallen durch ihre plumpe, gedrungene Gestalt, oft auch durch schwache Krümmung auf, sie sind schwammig und sehr biegsam. Die Internodien der Äste wie der blattragenden Zweige, die häufig eine einseitige Wendung gegen die konkave Seite des gebogenes Astes hin zeigen, sind meist stark verkürzt."

Wie die infizierten normalen Knospen, so entwickelten sich auch zahlreiche Adventivknospen zu gedrungenen Zweigen vom beschriebenen Typus. Hierdurch entsteht eine hochgradige, auf kleinen Raum beschränkte Anhäufung von Trieben. Ebenso wie der Haupttrieb des Hexenbesen in den meisten Fällen gedrungen und kurz bleibt, sind auch die Internodien auffallend verkürzt. Wie bei allen Hexenbesen, so weisen auch hier die Triebe die charakteristische negativ-geotropische Richtung auf. Nach von Tubeuf[5]) ist das als Folge eines von dem Parasiten auf die Knospen ausgeübten Reizes anzusehen.

Die Blätter des Hexenbesens sind kleiner als die normalen, sie haben nur ein kurzes Leben, indem sie frühzeitig vom Rande aus vertrocknen. Das Absterben des Mesophylls beschränkt sich im Anfangsstadium der Erkrankung nur auf den zwischen

---

[1]) A. Howard, The fungoid Diseases in West-Indies. West Indian Bull. Vol. II, 1901, S. 205 und The „Whitchbroom disease" on Cacao in Surinam. W. I. Bull., Vol. II, 1901, p. 289.

[2]) F. A. F. C. Went; Krulloten en versteende Vruchten van de Cacao in Suriname. Verhandelingen der koninklyke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Tweede Sectie, Teil X, No. 3, Amsterdam 1904.

[3]) C. J. J. van Hall, Whitchbroom Disease in Surinam. Colon. Reports. West-Indies, No. 36, 1906, S. 132.

[4]) A. a. O.

[5]) von Tubeuf, Die Pflanzenkrankheiten, durch kryptogame Parasiten verursacht. Berlin 1895.

den Rippen gelegenen Teilen der Blattfläche, erst später vertrocknet allmählich die ganze Lamina.

Blüten werden nicht gebildet, wir haben es also mit einer typischen Hemmungserscheinung zu tun.

Die Hexenbesen können sowohl an Hauptästen, als auch an Seitenästen entstehen. Niemals habe ich beobachten können, daß aus Hexenbesen wieder neue normal gebaute Triebe hervorsprossen, doch ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen.

Im frischen Zustande weisen übrigens Rinde und Blätter außer den genannten keine Krankheitssymptome auf.

Die Hexenbesen sollen kein langes Leben besitzen. Die Äste vertrocknen nach einer bestimmten Zeit und sehen dann dunkelbraun aus; die Rinde zeigt längsverlaufende Runzeln. Die vertrockneten Hexenbesen bleiben an den Bäumen sitzen; daß sie abfallen können, habe ich nicht beobachtet. Nach meinen Wahrnehmungen werden die Bäume in den ersten Jahren nicht befallen.

Über die physikalische Beschaffenheit des Holzes ist zu sagen, daß das Holz der Hexenbesen spezifisch viel leichter als das der normalen Triebe ist: jenes schwimmt auf dem Wasser, dieses dagegen sinkt darin unter.

Mykologisches.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß in allen Teilen der Hexenbesen ein septiertes Mycel vorhanden ist. Über das Vorkommen des letzteren in den Geweben ist folgendes zu bemerken.

In den Axen, Blattstielen und -rippen findet sich das Mycel hauptsächlich im Holzteil, äußerst selten[1]) dagegen im Mark und in der Rinde; es verläuft stets intracellular. Mit Vorliebe sucht das Mycel die Primargefäße auf.

In den Gefäßen sind die Hyphen dicker als sonst ausgebildet und zeichnen sich dazu noch durch eine derbe, hellgelb gefärbte Membran aus. Auf Querschnitten sind diese Schläuche als kleine dickwandige Ringe zu beobachten (Fig. 7). Nicht selten erscheint das Mycel in den Gefäßen dickdarmartig verschlungen (Fig. 8). Die Hyphen können von einem Gefäß in das andere durch die Poren übertreten, indem sie sich, der Öffnung des Porus entsprechend, für den Durchtritt verschmälern, um auf der anderen Seite wieder die normale Dicke anzunehmen.

Soweit das Mycel in den Parenchymelementen der Achsen auftritt, sind die Hyphen dünner, als in den Gefäßen, und ihre Membran hyalin; auch erscheint das Plasma hier nicht, wie in den Gefäßen, deutlich granuliert.

Im Mesophyll des Blattes habe ich nur selten Mycel finden können, und zwar nur in den an den Hauptrippen gelegenen Teilen. Dort wo Mycel gefunden wurde, war das Blattgewebe stark gebräunt und teilweise vertrocknet. Im Mesophyll bildet der Pilz dünne, schwer zu erkennende hyaline Hyphen. Nicht allein in den Dauer-

---

[1]) In älteren Hexenbesen fand ich auch gelegentlich Mycel im Parenchym und in dem Schleimbehälter.

geweben, sondern auch im Embryonalgewebe der Knospen konnte ich das Mycel in Gestalt zarter Hyphen wahrnehmen. Durch die hier auf die Meristeme ausgeübten Reize wird der Grund für die späteren Bildungsabweichungen gelegt.

Fruchtkörper des betreffenden Pilzes wurden von mir nur auf den Blättern und zwar sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite in der Nähe der Mittelrippe gefunden. Seiner Fruchtform nach charakterisierte der Pilz sich als eine *Taphrina*.

Die Asci treten, wie das auch bei anderen *Taphrina*-Arten der Fall ist, unter der aufgeplatzten Cuticula hervor. Sie lassen sich an konserviertem Material nicht immer nachweisen, weil sie häufig aus ihrem Verbande gelöst werden.

Die Fruktifikation zeigt sich auf den Blättern als ein grauer Belag.

Die Asci besitzen eine Länge von 15 bis 17 μ und eine durchschnittliche Dicke von 5 μ. Die ellipsoidischen Ascosporen sind zu je 8 vorhanden; ihre Größe beträgt durchschnittlich $1{,}7 \times 2{,}5$ μ.

Die Sporenschläuche entwickeln sich gruppenweise aus dem in den Epidermiszellen befindlichen Mycel und durchbrechen die Cuticula (Fig. 1); sie besitzen eine Stielzelle (Fig. 2, 3, 4). Es ist nicht schwer, unter den Ascis eines und desselben Horstes verschiedene Entwicklungstadien zu erkennen. Neben ganz reifen Schläuchen, in denen die Sporen deutlich sichtbar sind, stehen andere noch unreife, deren Plasma noch homogen ist und nur eine große Vakuole zeigt; wieder in anderen ist die Anhäufung des Plasmas zu runden Gebilden, den zukünftigen Ascosporen, schon schwach erkennbar. So finden sich sämtliche Übergänge von den jüngsten bis zu völlig ausgereiften Ascis nebeneinander.

Die im vorstehenden beschriebenen *Taphrina* ist bisher nicht bekannt gewesen; ich nenne sie *Taphrina Bussei* n. sp.

Ob diese Art mit dem von Ritzema Bos als *Exoascus Theobromae* benannten Pilz aus Surinam identisch ist, muß dahin gestellt bleiben, weil dieser Begriff vorläufig zu den nomina nuda gehört und jegliche Beschreibung fehlt.

Der Erreger der Hexenbesen.

Daß der von mir gefundene und im vorstehenden beschriebene Pilz *Taphrina Bussei* der Erreger des Kakao-Hexenbesens in Kamerun ist, wurde bis jetzt von mir stillschweigend angenommen. Der Beweis für diese Annahme könnten nur regelrecht ausgeführte und positiv verlaufene Infektionsversuche liefern, die ich wegen meiner vorzeitigen Abreise aus Kamerun leider nicht mehr anstellen konnte. Immerhin glaube ich aus verschiedenen Gründen den fraglichen Pilz schon jetzt mit aller Wahrscheinlichkeit als den Erreger ansehen zu dürfen, denn:

1. sind die *Taphrina*-Arten echte Parasiten, und mehrere von ihnen rufen auch in der gemäßigten Zone typische Hexenbesenbildungen auf Bäumen hervor, deren morphologische und anatomische Verhältnisse denen der Kakao-Hexenbesen außerordentlich ähnlich sind.

2. *Taphrina Bussei* ist ein echter Parasit; sein Mycel lebt intracellular in den lebenden Geweben der krankhaft veränderten Axen.

3. In allen Teilen der deformirten Axen ist das Mycel vorhanden, dessen Zusammenhang mit den *Taphrina*-Fruchtkörpern nachgewiesen werden konnte.

4. In allen gesunden Teilen der Pflanze ist das *Taphrina*-Mycel nicht vorhanden.

Verbreitung der Krankheit in den Kameruner Pflanzungen.

In allen Pflanzungen, die ich während meines Aufenthalts besuchte, konnte ich Hexenbesen finden, doch traten sie auf einzelnen Plantagen nur sporadisch auf, z. B. in Kriegschiffhafen, Bamba, Mabeta; häufiger dagegen schon in Moliwe. Sehr verbreitet fand ich die Krankheit in Bibundi; während Busse[1]) sie 2 Jahre vorher daselbst — im Gegensatz zu Jsongo — erst vereinzelt beobachtet hatte, traf ich nicht selten ganze Reihen von befallenen Bäumen an — ein Beweis für die schnelle Ausbreitung des Übels. Diese wird augenscheinlich durch die abnorme Feuchtigkeit des Klimas — Bibundi hat durchschnittlich 10000 mm Regen im Jahre — begünstigt. In Moliwe tritt die Krankheit besonders in der Nähe des Moliweflusses auf, wo in der Regenzeit die Bäume nicht selten vom hohen Grundwasserstand zu leiden haben. Außerdem bringt die Lage von Moliwe es mit sich, daß dort ständig große Luftfeuchtigkeit herrscht.

Weitere Beobachtungen über Abhängigkeit des Auftretens von Standort und Witterungsverhältnisse sind erwünscht.

Anatomisches.

Wie aus zahlreichen Untersuchungen bekannt, üben parasitische Pilze auf die Gewebe der von ihnen befallenen Pflanzen Reize aus, deren Wirkungen sich in weitgehenden anatomischen Veränderungen äußern.[2])

Bevor ich zur Beschreibung der Anatomie des Kakaohexenbesen übergehe, möchte ich erst noch kurz auf die anatomischen Verhältnisse in den gesunden Axen eingehen.[3]) (Fig. 5.)

Ein Querschnitt eines gesunden Zweiges von ungefähr 8 mm Durchmesser zeigt folgenden Bau: Das Periderm ist aus 4—5 Reihen in tangentialer Richtung gestreckter Zellen zusammengesetzt. Die Membranen dieser Zellen sind schwach gebräunt. Das Periderm entsteht aus einem Phellogen, dessen Zellen direkt unter der Epidermis gelegen sind. Auf das Periderm folgen nach dem Marke zu einige Reihen (mindestens 7) von collenchymatisch verdickten Rindenzellen.

[1]) A. a. O. S. 3.

[2]) Vergl. J. H. Wakker, Untersuchungen über den Einfluß parasitischer Pilze auf ihre Nährpflanzen. Pringsh. Jahrb. f. Wiss. Bot. Bd. XXIV. S. 539.

[3]) Ausführliche Beschreibungen über diesen Gegenstand finden wir in der Arbeit von Dumont in Annales des sciences nat. Sér. 7, t. VI, 1887, p. 198.

Die Parenchymzellen der primären Rinde sind in tangentialer Richtung gestreckt, ihre Membranen sind verhältnismäßig dünn und die Intercellularen klein und regelmäßig gestaltet.

Das Phloëm ist vom Rindenparenchym durch einen, nicht ganz zu einem festen Ring geschlossenen Pericykel getrennt.

Dieser ist im Querschnitt als ein von Parenchymzellen durchbrochener, hell aufleuchtender Ring zu erkennen. Die Sklerenchymfasern dieses Ringes haben stark verdickte Wände, das Lumen ist sehr klein. Die Phloëmbündel besitzen einen keilförmigen Bau, sie verschmälern sich nach der primären Rinde hin, die Markstrahlen sind dementsprechend nach dieser Seite hin keilförmig verbreitert.

Nach meinen Beobachtungen scheinen junge Zweige diesen eigentümlichen Bau des Phloëms noch nicht zu besitzen. Die parenchymatischen Elemente des Phloëms enthalten viele Drüsen von Calciumoxalat.

Das Xylem zeigt keine besondere Eigentümlichkeiten, die Gefäße sind häufig in radialer Richtung verlaufende Reihen angeordnet. Die Markstrahlen im Xylemteil sind verschieden breit.

Das Mark besitzt einen beträchtlichen Durchmesser, die Zellen sind dünnwandig und lassen nur kleine Intercellularen zwischen sich.

Schleimbehälter kommen sowohl in der Rinde als im Mark vor.

Dieselben Verhältnisse wie die Axen besitzen auch die Blattstiele. In den Blattpolstern treten im Mark noch verkehrt konzentrische Gefäßbündel auf.

Vergleichen wir nun den anatomischen Bau der kranken Axen (Fig. 6) mit demjenigen der gesunden, so sind folgende Unterschiede bemerkenswert:

Axen.

Das Periderm der kranken Axen ist stärker ausgebildet als dies normalerweise der Fall ist; es besteht aus mindestens 10—12 Zellreihen, während sonst nur höchstens 5 Reihen vorkommen: eine Folge der lebhafteren Zellteilung des Phellogens. Die Peridermzellen sind in den kranken Axen stark gebräunt und ihr Lumen ist größer als bei den gesunden.

Die Rinde hat sich stark verdickt, sie erreicht einen Durchmesser von ungefähr 174 μ, während sie sonst höchstens 99,2 μ beträgt.

Die Verdickung der Rinde ist ein typisches Merkmal der Hexenbesen; sie ist als Folge einer lebhaften Zellteilung, nicht als Folge einer Vergrößerung der Zellen anzusehen.

Die collenchymatischen Elemente der Rinde, welche das Rindenparenchym und das Periderm normalerweise trennen, werden entweder gar nicht oder nur schwach ausgebildet.[1]) Die Rindenparenchymzellen sind unregelmäßig gestaltet, ebenfalls eine Folge der lebhaften Zellteilung. Der Inhalt vieler Zellen ist dunkelbraun gefärbt. Die Schleimbehälter der Rinde haben sich in den kranken Axen

[1]) Hartmann fand ähnliches auch in den Hexenbesen der Weißtanne. Vergleiche hierüber seine Arbeit: Anatomische Vergleichung der Hexenbesen der Weißtanne. Diss. Freiburg 1892, S. 26.

stark vergrößerst, sie sind unregelmäßiger gestaltet und haben sich besonders in der Längsrichtung des Zweiges gestreckt. Bei den kranken Axen sind immer mehr Schleimbehälter vorhanden als in den gesunden.

Der Pericykel ist schwach ausgebildet. Die Sklerenchymfasern bilden keinen Ring mehr, sondern liegen stellenweise zerstreut im Parenchymgewebe der Rinde. Die Sklerenchymfasern sind größer als in den gesunden Axen; sie haben dünnere Membranen und ein größeres Lumen wie die entsprechenden normalen Fasern.[1]) In der Länge der Fasern ist kein Unterschied zu bemerken. Während in den gesunden Axen die Membranen der Sklerenchymfasern sich nach Behandlung mit Kaliumpermanganat[2]) oder Phloroglucin stark rot färben, zeigen sie in den kranken Axen fast gar keine Färbung; es kann hier also von einer Verholzung dieser Membranen nicht die Rede sein.

Die Phloëmbündel sind schmäler, sie werden durch breitere Markstrahlen voneinander getrennt, als dies normalerweise der Fall ist. Die parenchymatischen Elemente des Phloëms haben ein größeres Lumen, sie enthalten keine Krystalldrusen von Calciumoxalat.

Die Markstrahlen sind meistens breiter, ihre Zellen sind infolge der lebhaften Zellbildung kleiner.

Das Xylem der kranken Axen zeigt im Querschnitte keine nennenswerte Unterschiede, ausgenommen die Vasalprimanen, die hier bedeutend kleiner sind als in den gesunden Zweigen. In Längsschnitten zeigen sich größere Differenzen: im Gegensatz zu den gesunden Axen sind nämlich Tracheiden und Libriformfasern nur sparsam vertreten und ihre Membranen weniger dick. Das Holzparenchym dagegen gewinnt an Ausdehnung, eine Erscheinung, welche Smith[3]) schon bei seinen anatomischen Untersuchungen von Hexenbesen hervorgehoben hatte.

Die Markzellen sind kleiner als im gesunden Holz, ihre Membranen sind dünner.

Fassen wir zum Schluß die wichtigsten histologischen Merkmale der kranken Axen kurz zusammen, so finden wir:

1. Die verschiedenen Gewebe sind nicht stark verdickt, mit Ausnahme des Periderms und der primären Rinde.

2. Die collenchymatischen und sklerenchymatischen Gewebe sind entweder gar nicht oder sehr schwach ausgebildet.

3. Libriformfasern und Trecheiden sind seltener, dafür gewinnen die Holzparenchymzellen an Bedeutung.

Was die charakteristische Färbung des kranken Holzes betrifft, so kann ich hierüber folgendes sagen: Während das Xylem in den gesunden Axen farblos,

---

[1]) Ähnliche Unterschiede fand Smith in den Hexenbesen von *Alnus incana*. Vergl. seine Arbeit: Untersuchungen der Morphologie und Anatomie der durch Exoasceen verursachten Sproß- und Blattdeformationen. Forstl. naturw. Zeitschr. III. Jahrg., 1894, S. 446. Vergl. auch Ritzema Bos a. a. O. S. 80 und Went a. a. O. S. 14.

[2]) Siehe hierüber bei v. Faber, Zur Verholzungsfrage. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Jahrg. 1904, Bd. XXII, Heft 2, S. 177.

[3]) A. a. O.

höchstens gleichmäßig hellbraun gefärbt ist, zeigt das kranke Xylem alle Farbnuancen von hellgelb bis rotbraun. Die Gefäße enthalten außerdem Stoffe, die entweder gummiartig, kugelig geballt sind oder sich als eine schmutziggelbe feinkörnige Masse darstellten. Beim Schneiden frischen Materials tritt aus den erkrankten Gefäßen eine gelbliche bis braune Flüssigkeit aus.

Das Verhalten gegenüber verschiedenen Reagentien zeigte, daß hier ähnliche Körper vorliegen wie Went[1]) auch in den versteinerten Früchten des Kakaos fand. Ich verweise deshalb auf seine Beschreibung dieser Inhaltsstoffe.[2])

Blattstiele.

Einen Unterschied in der Dicke der Blattstiele zwischen Hexenbesen und normalen Axen habe ich feststellen können. Die Rinde hat sich auf Kosten der anderen Gewebe verdickt, doch ist dies nicht so auffallend wie in den erkrankten Axen. Bemerkenswert aber ist die stärkere Ausbildung des Xylems; es ist nicht selten doppelt so dick als im normalen Zustand.

Die Ausbildung der collenchymatischen und sklerenchymatischen Elemente ist dieselbe wie in den Axen. Auffallend ist die große Anzahl stark erweiterter Schleimbehälter. Während in den gesunden Blattstielen diese einen Durchmesser von ungefähr 30 μ besitzen, fand ich in den kranken Stielen nicht selten solche von über 100 μ Durchmesser. Die parenchymatischen Elemente sind unregelmäßig gestaltet infolge einer lebhaften Zellteilung.

Die Anzahl der Markstrahlen im Querschnitt hat stark zugenommen.

Für die Zusammensetzung des Xylems gilt dasselbe, was bereits bei der Beschreibung der Axen bemerkt wurde.

Die Blattpolster zeigen dieselben Unterschiede wie die Blattstiele.

Blattrippen.

Die Mittelrippe weist im Bau keine nennenswerteren Unterschiede auf als die Blattstiele. Bemerkenswert sind nur die stark vergrößerten Schleimbehälter und die schwache Ausbildung des Sklerenchymbelags.

Blätter.

In dem Bau derselben habe ich keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen gesunden und kranken Blättern finden können; selten sind die kranken etwas dicker als die gesunden, was nur der stärkeren Ausbildung des Schwammparenchyms zuzuschreiben ist.

---

[1]) A. a. O. S. 31.

[2]) Über die Inhaltsstoffe der Gefäße verschiedener Pflanzen gibt Wieler eine Beschreibung in seiner Arbeit: Über das Vorkommen von Verstopfungen in den Gefäßen mono- und dikotyler Pflanzen. Mededeelingen v. h. Proefstation Midden Java te Klaten. Semarang 1892.

Der Hexenbesen in Kamerun und die „Krulloten“ in Surinam.

Die Frage, ob die „Krulloten“ aus Surinam hexenbesenähnliche Bildungen sind, wurde von Ritzema Bos[1]) schon aufgeworfen. Er fand in den „Krulloten“ dieselben anatomischen Eigentümlichkeiten die auch bei unseren einheimischen Hexenbesen charakteristisch sind. Daß wir in den „Krulloten“ und den Kameruner Hexenbesen zwei analoge Bildungsabweichungen erblicken können, ist meiner Meinung nach sehr wahrscheinlich; identisch sind sie jedenfalls nicht, dafür sind die Unterschiede in dem Aussehen und Bau der befallenen Gewebe sowie die Art, wie der Parasit in den Geweben lebt, zu groß.

Es mag nicht überflüssig sein, die Unterschiede hier anzuführen.

Zuerst sei hier hervorgehoben, daß die „Krulloten“ Blüten tragen und Früchte erzeugen: beides trifft für den Kameruner Hexenbesen nicht zu. Went erwähnt, daß die „Krulloten“ höchstens einige Monate leben. In Kamerun fand ich, daß die Hexenbesen nicht selten einige Jahre alt waren.

Die Unterschiede in dem anatomischen Bau sind geringfügiger Art; sie sind folgende: in den „Krulloten“ sind alle Gewebe stark verdickt, der Unterschied in der Ausbildung des Periderms von normalen und kranken Axen ist nicht bedeutend. Die Sklerenchymfasern des Pericykels sind gut ausgebildet, das Xylem der „Krulloten“ hat in der Dicke zugenommen, alles Merkmale, die für den Hexenbesen nicht zutreffen.

Größere Unterschiede finden wir erst, wenn wir die Erreger der beiden Erkrankungen vergleichen.

Der Pilz der „Krulloten“ verläuft intercellular, derjenige der Hexenbesen dagegen intracellular. Ersterer bevorzugt die parenchymatischen Gewebe (Rinde, Markstrahlen, Mark), letzterer dagegen hauptsächlich die Xylemelemente.

Bekämpfung.

Die Hexenbesenkrankheit in Kamerun ist vorläufig noch nicht als ein gefährliches Übel anzusehen. Zwar ist bereits von Pflanzern die Meinung geäußert worden, daß die von der Krankheit befallenen Bäume zu Grunde gingen;[2]) doch halte ich das für wenig wahrscheinlich, wenn auch nicht bestritten werden soll, daß gelegentlich ein stark betroffener Baum vorzeitig absterben kann. Jedenfalls vermag die Krankheit die Fruchtproduktion eines Baumes bedeutend herabzusetzen, da einerseits die Hexenbesen keine Blüten tragen, sie andererseits bei größerer Ausdehnung den Bäumen viel Nahrung entziehen, die sonst den anderen fruchttragenden Ästen zu gute gekommen wäre.

Als direktes Bekämpfungsmittel ist allein das Zurückschneiden und Verbrennen der Hexenbesen zu empfehlen, weil mit der völligen Beseitigung der erkrankten und für den Baum überflüssigen Organe zugleich die Fortpflanzungszellen des vermeint-

[1]) A. a. O. S. 80.

[2]) Vergl. Busse, a. a. O. S. 249.

lichen Erregers vernichtet werden und zwar sicherer als etwa bei Anwendung von Desinfektionsmitteln.

Das Radikalmittel der Beschneidung muß natürlich gleich angewandt werden, sobald die Krankheit sich in einem Bestande zeigt. Sind erst einmal ganze Quartiere ergriffen, so wird man mit dieser Art der Bekämpfung nur noch wenig ausrichten können — ganz abgesehen davon, daß sie zahlreiche Arbeitskräfte verlangt, während die Kameruner Pflanzungen schon ohnedies häufig an Arbeitsmangel leiden und noch dazu die Intelligenz und sonstigen Qualitäten der Arbeiter manchmal viel zu wünschen übrig lassen.

Went[1]) hält diese Art der Bekämpfung der „Krulloten“ in Surinam angesichts ihrer großen Ausbreitung für wenig aussichtsreich. Da in Kamerun die Hexenbesenkrankheit noch nicht stark aufgetreten ist, halte ich es für eine Pflicht der Pflanzer, durch regelmäßige Kontrolle der Bestände und beschleunigte Vernichtung sämtlicher erschienenen Hexenbesen das Umsichgreifen des Übels zu verhindern. Andernfalls ist es nicht ausgeschlossen, daß die Hexenbesen sich ebenso wie die „Krulloten“ in Guyana zu einer die Rentabilität der Pflanzungen schwer bedrohenden Kalamität entwickeln können.

Außer der direkten Bekämpfung muß man natürlich danach streben, die äußeren Lebensbedingungen der Bäume möglichst günstig zu gestalten und auch durch rationelles Beschneiden für genügenden Zutritt von Licht und Luft in die Kronen sorgen.

Ob es widerstandsfähige Sorten gibt, die der Erkrankung weniger anheimfallen, müssen Versuche entscheiden.

Für die Bekämpfung sehr wichtig wäre es, noch festzustellen, zu welcher Zeit die Fruktifikation des Pilzes beginnt — eine Frage, der ich leider während meines Aufenthaltes in Kamerun nicht nachgehen konnte. —

Abgeschlossen am 10. Juli 1907.

---

2. Über die Krebskrankheit des Kakaos in Kamerun.

Von

Dr. F. C. von Faber.

Die im folgenden beschriebene Erkrankung der Kakaobäume lernte ich ebenfalls während meines Aufenthalts in Kamerun und zwar in der Moliwe-Pflanzung kennen. Auf den ersten Blick schien mir diese Erkrankung nicht gerade gefährlich zu sein. Auch der Pflanzungsleiter Herr Strauß, der mich auf die betreffenden

---

[1]) A. a. O. S. 27.

Bäume aufmerksam gemacht hatte, war der Ansicht, daß der Sache keine große Bedeutung beizulegen sei, weil die Bäume anscheinend nicht sehr darunter litten. Es fiel mir aber bei der Besichtigung der benachbarten Stämme auf, daß auch sie ähnliche Krankheitserscheinungen aufwiesen, und meine Vermutung, daß wir es mit Anfangsstadien der so gefürchteten Krebskrankheit des Kakaos zu tun hätten, wurde, nach dem ich das von mir gesammelte Material in Berlin untersucht hatte, bestätigt. Das Resultat der mikroskopischen Untersuchungen war das Auffinden eines Pilzmycels in den erkrankten Geweben und der Fruchtkörper einer *Nectria*-Art auf den erkrankten Rindenteilen.

Die Art der Erkrankung und die einzelnen Symptome ähneln denen so sehr, welche Carruthers (2. III) in Ceylon an krebskranken Kakaobäumen beobachtete, daß wir es zweifellos in Kamerun mit einer verwandten Erkrankung zu tun haben. Da diese Krankheit bis jetzt dort unbekannt war, und sich der Krebs in Ceylon als eine große Gefahr für die Kakaokultur erwiesen hat, muß hier näher darauf eingegangen werden. Ich halte es für erforderlich, die Aufmerksamkeit der Pflanzer rechtzeitig auf die Krebserkrankungen zu lenken, und hoffe, daß meine Arbeit dazu beitragen wird, Verständnis für die großen Gefahren, die das Auftreten dieser Krankheit für die Kakaokultur in Kamerun mit sich bringen kann, zu erwecken und damit einer rationellen Bekämpfung die Wege zu bahnen. Bei rechtzeitigem und zweckmäßigem Eingreifen wird es noch möglich sein, die Seuche in ihren Anfängen zu unterdrücken und zu verhüten, daß sie ähnliche Verheerungen in unseren Kolonien nach sich zieht, wie es in Ceylon am Ende der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts der Fall war.

Der Kakaokrebs wurde zuerst von Willis (12) im Jahre 1897 beschrieben. Wahrscheinlich wird er schon anfangs der 90er Jahre auf Ceylon bekannt gewesen sein, doch existieren aus dieser Zeit keine zuverlässigen Mitteilungen darüber. Willis schrieb die Ursache der Krankheit einem Pilze zu, und behauptete, daß nur die als Criollo bekannte Varietät von ihm angegriffen werde, während der Forastero verschont bliebe. Die ersten eingehenderen Untersuchungen stammen von Carruthers (2. III), der im Jahre 1898 auf Ceylon seine Beobachtungen und Studien darüber begann. Er verfolgte den ganzen Verlauf der Krankheit und besuchte zu diesem Zwecke mehr als 40 Pflanzungen auf Ceylon, zu einer Zeit, als der Krebs dort ungeheure Schädigungen verursachte. Einige Pflanzungen blieben gänzlich von der Krankheit verschont, andere dagegen wurden in hohem Grade davon mitgenommen. Die Untersuchungen von Carruthers ergaben, daß man es in der Tat mit einem pilzlichen Erreger zu tun hatte, dessen Mycel in den erkrankten Geweben lebte, und deren auf der Rinde vorkommenden Fruchtkörper die Zugehörigkeit zu der Gattung *Nectria* bewiesen.

Später haben sich auf Ceylon noch Wright (13. I, II) und Petch (10) mit dieser Krankheit und ihrer Bekämpfung befaßt.

In Westindien wurde dieselbe Erscheinung zuerst von Hart (4. I) beobachtet, welcher Material der erkrankten Stammteile im Jahre 1899 nach Kew sandte, worüber dann Massee (9. I, II, III) im November des gleichen Jahres berichtete.

Als Howard (7, I, II) im Februar und März in Grenada Untersuchungen über Krankheiten des Kakaos anstellte, fand er, daß der Krebs doch eine häufig vorkommende Erscheinung war. Im „Tropenpflanzer“ Jahrg. 1900 erschien auch von Preyer eine kurze Notiz über den Stammkrebs in Ceylon. Im April 1901 wurde die Krankheit dann auch in Dominica beobachtet, wo sie ebenfalls häufig auftreten soll. Im Jahre 1903 fand Earle (3) den Stammkrebs in Port Maria auf Jamaica, während Lewton Brain (8) ihn auch auf Trinidad antraf; er berichtete hierüber im Jahre 1905. Auch Hempel (6) gibt eine Beschreibung des Krebses.

In Kamerun war — wie erwähnt — die Krankheit noch nicht beobachtet worden. Wohl hatte man gelegentlich *Nectria* auf toten oder kranken Früchten gefunden, so z. B. bei den Untersuchungen von Appel und Strunk (1). Beide fanden „an einer in der Zersetzung schon ziemlich weit vorgeschrittenen Kakaofrucht mit unentwickelten Samen und vermorschtem Stiel, zwischen den Rippen der Fruchtschale, in unregelmäßigen Zeilen gehäuft, gelbliche Fruchtkörper der Ascoform einer *Nectria*.“ Verfasser bezweifeln, daß dieser Pilz die Ursache der Erkrankung der Früchte gewesen sei. Schon vorher hatte Hennings (5) *Nectria Jungneri* P. Henn. von Kakaofrüchten beschrieben, ohne jedoch Angaben über etwaige Schädigungen zu machen. Zimmermann (14) beobachtete in Buitenzorg auf abgestorbenen Kakaofrüchten *Calonectria cremea* Zimm. und *Nectria coffeicola* Zimm.; seine Meinung über die Bedeutung der beiden Pilze geht dahin, daß sie erst nach dem Absterben der Früchte aufgetreten seien. Ebenso glaubt er, daß die von ihm auf den Zweigen beobachtete *Nectria striatospora* Zimm. unschädlich sei.

Äußere Merkmale des Stammkrebses.

Die erkrankten Stämme zeigen kleinere und größere dunkle Flecken auf der Borke. Meistens finden sich diese Flecken am Hauptstamm, fehlen indessen auch nicht auf den dickeren Ästen und Zweigen. Schneidet man den Stamm an diesen dunkler verfärbten Stellen an, so quillt daraus eine Flüssigkeit von schleimiger Konsistenz hervor.

Das von der Borke entblößte erkrankte Rindengewebe zeigt eine purpurrote Färbung; bei älteren Wunden ist die Farbe mehr braunrot. Wenn man die Rinde allmählich tiefer abschneidet, so geht die Farbe in ein helleres rot und zuletzt in die normale gelblichrote Färbung des gesunden Holzes über. An den Rändern der Wunde ist meistens eine scharfe Grenze zwischen erkrankten und gesunden Geweben zu erblicken. Die erwähnte Absonderung von Flüssigkeit ist eine typische Erscheinung des Stammkrebses und zwar geht diese Absonderung in den jüngeren Stadien der Erkrankung reichlicher vor sich; in den älteren Stadien dagegen, wenn die erkrankten Gewebe schon braun erscheinen, kommt beim Anschneiden nur noch wenig Flüssigkeit zum Vorschein. Es ist ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Intensität der Rotfärbung der Gewebe und der Flüssigkeitsabsonderung vorhanden; im allgemeinen läßt sich sagen, daß je dunkler rot die Farbe ist, um so mehr Flüssigkeit abgeschieden wird.

Bei fortschreitender Ausdehnung der Krankheit vergrößern sich auch die dunklen Flecke auf der Rinde, so daß nicht selten mehrere solcher kranken und verfärbten Stellen ineinander verschmelzen. Ich habe einige Bäume beobachten können, an denen bereits die Hälfte des Stammes in Mitleidenschaft gezogen war. Die Ausbreitung der kranken Stellen erfolgt vornehmlich in der Längsrichtung.

Die hier beschriebenen äußeren Erscheinungen des Stammkrebses in Kamerun decken sich vollkommen mit den von Carruthers (2. III) auf Ceylon beobachteten Symptomen.

In Jamaica scheinen die äußeren Merkmale der Krankheit etwas anders zu sein; wenigstens berichtet Earle (3), daß er in Port Maria, wo er zuerst den Stammkrebs feststellte, angeschwollene kranke Stellen am Stamm und an den größeren Ästen beobachtet hat. Das Gewebe soll im Zentrum dieser angeschwollenen Stellen bald absterben.

Auf Trinidad, Grenada und Dominica scheint der Krebs ähnliche Symptome aufzuweisen wie auf Ceylon und in Kamerun. Lewton-Brain (8) berichtet, daß die Krankheit sich durch eine gummöse Ausscheidung aus der Rinde an der erkrankten Stelle äußert (jedenfalls wird hiermit die erwähnte schleimige Flüssigkeit gemeint). Die darunter liegenden Gewebe sind verfärbt und weich. Auch Howard (7, I) gibt an, daß die in Grenada beobachteten Krebssymptome der von Ceylon bekannten sehr ähnlich seien.

Anatomie.

Über die anatomischen Veränderungen der erkrankten Gewebe finden sich in der Literatur fast gar keine Angaben. Die einzigen, überaus kurz gehaltenen Mitteilungen darüber rühren von Carruthers her, doch beziehen sie sich nur auf den Verlauf des Pilzes in den Geweben und sind kaum geeignet, einen Einblick in die Anatomie des Krebses zu gewähren. Die an meinem Kameruner Material ausgeführten Untersuchungen haben folgendes ergeben:

Die Krankheit beschränkt sich in den Anfangsstadien hauptsächlich auf die Rinde. Wird sie dann schnell und energisch bekämpft, so gelingt es, ihr Übergreifen auf das Holz zu verhindern.

Die Parenchymzellen der erkrankten Rinde sind stark gebräunt und zwar sowohl die Membranen, als auch das zusammengeballte Plasma. Zellen mit einer eigentümlichen granulösen Masse, wie wir sie auch im Gewebe der Hexenbesen fanden, sind nicht selten. Die Membranen der Rindenzellen sind bisweilen zerstört und zwar teils durch Auflösung, teils durch Zerreißung infolge hochgradiger Spannung; beide Formen der Zerstörung treten nebeneinander auf.

Da ich nur solche Stadien untersuchen konnte, in denen das Holz noch nicht nennenswert in Mitleidenschaft gezogen war, ist es mir nicht möglich gewesen, die anatomischen Veränderungen dieser Gewebe klarzulegen.

Mykologisches.

In allen Teilen der erkrankten Rinde konnte ich Hyphen eines Pilzes finden. Das Mycel verläuft meist in der Längsrichtung des Stammes, weshalb auch die Ausbreitung der Krebsflecken in dieser Richtung fortschreitet.

Carruthers (2. III) hatte bereits gefunden, daß am meisten Mycel in den dunkelrot gefärbten Teilen der Rinde vorkommt, weniger dagegen in den schwächer gefärbten Teilen. Das kann ich vollkommen bestätigen, und es scheint danach, als ob der Grad der Verfärbung der Gewebe in direktem Verhältnis zur Stärke der Infektion steht.

Das Mycel verläuft in der Rinde sowohl aufwärts als abwärts, und bildet, wenn es wieder der Oberfläche des Stammes näher kommt, neue dunkelrote Flecken. Auf diese Weise ist es erklärlich, wie ein Baum, nachdem er an einer Stelle infiziert wurde, nach Verlauf von einiger Zeit an anderen, bis dahin gesund erschienenen Stellen auf einmal neue dunkle Flecken zeigt. Die Tatsache, daß das Mycel in der Rinde weiter fortschreitet, ist für die Bekämpfung der Krankheit sehr wichtig.

Carruthers (2. III) berichtet, daß an den Stellen, wo die Hyphen dicht nebeneinander verlaufen, diese als schwarze Fäden zu erkennen sind — eine Beobachtung, die ich nicht bestätigen kann. Im Gegenteil, ich habe fast immer konstatieren können, daß die Hyphen äußerst schwer zu finden und häufig nur unter Anwendung von starken Vergrößerungen zu erkennen sind.

Der Pilz lebt intracellular, sein Mycel ist septiert und besitzt stellenweise eine recht dicke, hyaline Membran. Die Länge der Septen beträgt durchschnittlich 45 μ. Die Dicke der kräftigsten Hyphen beträgt ca. 5 μ.

Charakteristisch sind die ganz kurzen, etwas verdickten Seitenzweige der Hyphen, die wahrscheinlich als Haustorien aufzufassen sind. Der Inhalt der Hyphen ist oft stark granuliert, im Plasma sind kleine, stark lichtbrechende Körper zu erkennen. Dickdarmartige Verschlingungen des Mycels innerhalb der Parenchymzellen sind nicht selten. Das Hindurchtreten aus der einen Zelle in die andere geschieht durch die Poren; die Hyphen verdünnen sich zu diesem Zweck, der Breite des Porenkanals entsprechend, um an beiden Seiten wieder zu ihrer normalen Dicke anzuschwellen.

Carruthers (2. III) berichtet, daß er drei Arten von Fruktifikationsorganen seines Pilzes finden konnte. Bei genauerer Betrachtung konstatierte er auf der Oberfläche der dunklen Rindenflecke viele weißliche Pusteln, die an Größe sehr variierten. Die Farbe dieser Körper ist weißlich-grau oder hellgrau, sie brechen durch kleine Risse der Rinde hervor. Mikroskopisch betrachtet zeigten sie sich aus vielen ovalgebauten Körperchen zusammengesetzt; darunter waren auch einzelne halbmondförmige und in 8 Septen geteilte größere Gebilde. Letztere sollen die Sporen des Pilzes sein, die von dem unter der Rinde lebenden Mycel abgeschnürt werden.[1]) Carruthers (2. III) kultivierte diese Sporen und erhielt bei der Keimung ein Mycel, das dem in der Rinde lebenden vollständig gleich war. Das auf diese Weise ge-

[1]) Wahrscheinlich hat Carruthers hier *Fusarium*-Konidien vor sich gehabt; solche finden sich nicht selten auf den erkrankten Rindenstellen.

züchtete Mycel war im stande, neue, den ersten ähnliche Sporen hervorzubringen. Auf den erkrankten Rindenstellen, besonders dort, wo die Krankheit weiter vorgeschritten war, fand Carruthers noch eine dritte Art von Fortpflanzungsorganen, nämlich Sporen, die in einer Art von Fruchtkörper gebildet wurden. Letztere stellen hellrote Gebilde dar, die in Kolonien zusammensitzen, und so etwa mit einer minimalen Himbeere zu vergleichen sind. Meistens sitzen 12 oder 15 solcher Körper zusammen gedrängt. Es sind die Perithecien der *Nectria*; sie enthalten Asci mit je 8 Sporen.

Anders lauten die Angaben über den Erreger des Krebses auf Grenada, wo Howard (7. II) in den kranken Teilen des Baumes 2 verschiedene Pilze fand, die manchmal einzeln, häufig auch zusammen auftraten. Außerdem fand Howard noch zahlreiche Konidien einer *Fusarium*-Art. In vorgeschrittenen Stadien der Erkrankung beobachtete er gelbe und rote Perithecien. Die roten Perithecien enthielten Asci mit einzelligen Ascosporen, die zu der Gattung *Nectria* gehörten; die gelben dagegen besaßen 3-zellige Ascosporen und gehörten zu der Gattung *Calonectria*. Howard schickte beide Arten nach Kew, wo Massee sie als neu erkannte und *Nectria Theobromae* und *Calonectria flavida* nannte.

In Dominica beobachtete er, daß *Calonectria flavida* immer allein an den Bäumen auftrat. Die 3-zelligen Ascosporen waren 22×9 μ groß.

Endlich ist noch der Pilz zu berücksichtigen, den Hart (4. I, II) im Jahre 1899 in West-Indien fand und der von Massee (9. I, II) als *Nectria Bainii* beschrieben wurde. Die Diagnose dieses Pilzes lautete: „Perithecia gregaria, mycelio maculiformi flavo-ferrugineo vel aurantiaco insidentia, sphaeroidea, rubra, lanosa, demum supra alvescentia, 300—350 Microns diam. Asci cylindraceo-clavati, breviter pedicellati, octospori, $80—90 \times 7—9$ Microns sporae distichae, oblongo-ellipticae, utrinque subacutae, 1-septatae, $10—12 \times 5$ Microns hyalinae."

Das Ergebnis meiner Untersuchungen über den mir vorliegenden Pilz ist folgendes:

An den älteren erkrankten Rindenteilen der in Kamerun befallenen Bäume fand ich die Fruchtkörper des in den Geweben lebenden, schon vorher erwähnten Pilzes, in Gestalt traubenförmig zusammengedrängter, ziegelroter bis gelber krugförmiger Gebilde vor, die schon bei schwacher Vergrößerung häufig an der Spitze eine Mündung erkennen lassen; es handelte sich um die Perithecien einer *Nectria*. Die Zahl der auf erhabenen Rindenpolstern zusammengedrängt stehenden Perithecien ist verschieden. Manchmal sind so viele vorhanden, daß sie sofort mit dem bloßen Auge erkennbar sind, meistens aber sind die kleinen Fruchtkörper nur in so geringer Anzahl zwischen den Rindenrissen vertreten, daß sie nicht ohne weiteres aufgefunden werden.

Die Größe der Perithecien schwankt außerordentlich; ihr Durchmesser beträgt $120—400$ μ. Die Seitenwände der Perithecien sind bis zur Mündung von Periphysen ausgekleidet; am Grunde des Peritheciums entspringen aus dem Hymenium Asci und Paraphysen. Erstere haben eine Länge von ca. 75 μ, ihre Breite beträgt ca. 8 μ. Die Ascosporen besitzen konische Gestalt; ihre Membran ist hyalin, nicht selten etwas gebräunt. In je einem Ascus sitzen 8 zweizellige, distich angeordnete hyaline Ascosporen von $16—17$ μ Länge und 9 μ Breite.

Künstliche Infektionen.

Während meines Aufenthalts in Kamerun war ich leider nicht im stande, künstliche Infektionsversuche anzustellen. Erst durch positiv verlaufene Infektionen ist es möglich, zu beweisen, daß die von mir gefundene Nectria die Ursache der Krebserkrankung des Stammes ist. Da ich den Pilz jedoch nur in den erkrankten Teilen nachweisen konnte, während er in den gesunden Geweben fehlt, und da von Carruthers (2. III) klar erwiesen wurde, daß eine *Nectria* unter den gleichen Symptomen den Krebs des Kakaos hervorrufen kann, so ist es mehr als wahrscheinlich, daß auch die hier beschriebene Krankheit von der vorgenannten *Nectria* hervorgerufen wird. Auf die Versuche von Carruthers (2. III) will ich hier näher eingehen, weil sie für die Bekämpfung neue Gesichtspunkte eröffnen und somit ihre Kenntnis auch für die bedrohte Kakaokultur in Kamerun wichtig ist.

Carruthers führte im ganzen 322 Infektionsversuche aus, wovon mehr als 80% als gelungen anzusehen waren.

Es zeigte sich, daß das Einsetzen eines kranken Rindenstückes in einen gesunden Stamm viel schneller eine Infektion bewirkte, als dies mit Sporen des Pilzes zu erreichen war. Die Zeit, in welcher eine Infektion zu stande kommt, ist verschieden. Am schnellsten erfolgte diese in 5 Wochen, bisweilen dauerte es jedoch ca. 10 Wochen.

Die Verbreitung des Pilzes in der Rinde hängt nach Carruthers (2. III) von der Nährstoffzuleitung ab: im allgemeinen soll die Krankheit um so schneller um sich greifen, je kräftiger der Baum ist und je mehr Nahrung die Wurzeln aufnehmen. Carruthers sucht die Erklärung für seine Beobachtungen darin, daß auf diese Weise das Mycel mehr Nahrung vorfinde und zu schnellerem und kräftigerem Wachstum befähigt werde. Es stellte sich weiter heraus, daß aus Wasserreisern entstandene Zweige weniger erkrankten als andere Äste. Carruthers infizierte 30 solcher Wasserreiser, von denen nur 12 (= 40%) erkrankten. Die Ursache wäre wohl darin zu suchen, daß bei diesen die Rinde weich und geschmeidig ist, und sie somit viel weniger Wunden und Risse aufweist, die dem Pilz als Eintrittspforten dienen konnten. Es ist deshalb sehr wichtig, solche Wasserreiser bei Beschneidung erkrankter Bäume zu erhalten.

Um die Rolle der Wurzeln im Krankheitsprozeß kennen zu lernen, wurden von Carruthers auch diese künstlich infiziert: in allen Fällen ohne Erfolg. Dasselbe Verhalten zeigten auch die Blätter; 50 Infektionsversuche an Blättern, wobei sowohl Ober- als Unterseite mit Sporen bestrichen wurden, waren erfolglos, auch solche Versuche, bei denen Sporen in künstliche Verletzungen eingetragen wurden, blieben ohne Resultate; Carruthers war also berechtigt anzunehmen, daß der Krebs Wurzeln und Blätter nicht befällt.

Howard (7. II) führte ebenfalls künstliche Infektionen an Stämmen mit *Nectria Theobromae* und *Calonectria flavida* aus; wie er berichtet, in allen Fällen

mit positivem Erfolg. Es geht hieraus hervor, daß verschiedene Arten von *Nectria* und verwandte Pilzgattungen ähnliche Krebserkrankungen hervorrufen können.

Nectria auf den Früchten.

Wie im vorstehenden schon hervorgehoben wurde, sind *Nectria*-Arten von verschiedenen Forschern auf den Früchten beobachtet worden, aber stets war es recht zweifelhaft, ob diese Pilze die Ursache der Erkrankung der Früchte waren. Von Carruthers (2. III) und auch von Hart (4. II) wird dagegen berichtet, daß *Nectria* auch die Kakaofrüchte zum Absterben bringen kann. Ich war nicht in der Lage, die Richtigkeit dieser Behauptungen zu prüfen, jedenfalls scheint es mir wichtig, zu betonen, daß Carruthers (2. III) und auch Massee (9. I) außer *Nectria* an den betreffenden Früchten fast immer noch *Phytophthora* konstatieren konnten. Das ist auch im Auge zu behalten, wenn man die großen Verluste an Erntegut betrachtet, die auf den Pflanzungen Ceylons durch die Nectria-Erkrankung der Früchte nach Carruthers eingetreten sein sollen.

Von *Phytophthora* ist bekannt, daß sie im stande ist, die Früchte innerhalb kurzer Zeit zum Absterben zu bringen. Immerhin beweisen Carruthers künstliche Infektionsversuche an Früchten, daß auch *Nectria* ein gefährlicher Parasit dieser Organe des Kakaobaumes werden kann. Die erkrankten Früchte sind leicht an ihrer charakteristischen Verfärbung der Schale, verbunden mit Ausscheidung eines schleimigen Sekrets zu erkennen. Das Gewebe der Fruchtschale ist stark gebräunt und zwischen erkranktem und gesundem Gewebe besteht äußerlich eine scharfe Grenze. Die Krankheit beginnt meist zuerst am Fruchtstiel oder an der Spitze der Frucht; die Ursache der Erscheinung mag wohl darin zu suchen sein, daß diese Teile am längsten feucht bleiben und somit den Sporen Gelegenheit zum Auskeimen gegeben ist. Wie man sieht, entspricht die Beschreibung der *Nectria*-Erkrankung ganz dem durch Busse (1a) bekannt gewordenen äußeren Krankheitsverlauf der Braunfäule, hervorgerufen durch *Phythophthora* oder *Colletotrichum incarnatum!*

Die Lebensgeschichte des Pilzes auf der Frucht ist dieselbe wie auf den Stämmen, jedoch vollzieht sich der Entwicklungszyklus auf den Früchten in viel kürzerer Zeit. Der Verlauf der Krankheit von der Infektion bis zur Fruchtbildung des Pilzes dauert nur einige Tage. Das Mycel entwickelt sich in den Früchten viel üppiger als im Stamme — wie Carruthers wohl mit Recht meint — weil die Gewebe der Früchte weicher und saftiger sind.

Künstliche Infektionsversuche mit Reinkulturen des Pilzes an Früchten angestellt, waren im allgemeinen von Erfolg begleitet. Auf allen infizierten Früchten wurden die Sporen in 4—9 Tagen ausgebildet. Weiter wurden noch Infektionsversuche mit Material von Früchten und Stämmen wechselweise ausgeführt, um zu erfahren, ob der Krebs des Stammes die Früchte befallen kann und umgekehrt. Alle diese Infektionsversuche gelangen gut, wobei die Früchte in ca. 8 Tagen unter den üblichen Symptomen erkrankten; die Stämme bekamen ebenfalls die typischen Krebsflecke.

In Kamerun habe ich eine Reininfektion der Früchte durch *Nectria* nicht beobachtet, will aber nicht bestreiten, daß eine solche vorkommen kann; denn nachdem von Carruthers nachgewiesen wurde, daß der Stammkrebs auch die Früchte befällt, ist es sehr wahrscheinlich, daß auch in Kamerun eine solche Übertragung zu erwarten ist. Um so mehr ist es Pflicht der Pflanzer, die Stämme von Zeit zu Zeit auf etwaige verdächtige Erscheinungen hin zu untersuchen und alle vorhandene Krebsstellen möglichst schnell und gründlich durch Ausschneiden und Desinfizieren unschädlich zu machen.

Die Verbreitung des Pilzes.

Bei der Verbreitung der Pilzsporen spielen sowohl der Wind wie auch das Wasser eine wichtige Rolle. Daß der Wind im stande ist, Sporen eines Pilzes auf große Entfernungen mitzuführen, ist bekannt; wir haben dafür in unserem Klima Beispiele genug. Auch Carruthers schätzt die Rolle des Windes als Überträger der Sporen hoch ein. Fast noch wichtiger für die Verbreitung der Krankheit ist das Wasser. Der Regen ist im stande, Sporen von Krebsherden aus auf tiefer liegende Stellen zu übertragen; daß aber auch Flußwasser die Infektion vermitteln kann, konnte Carruthers feststellen. In Ceylon wurden nicht selten die Schalen kranker Früchte sowie auch kranke Äste in den Fluß geworfen, die Folge hiervon war, daß eine andere Pflanzung, durch die derselbe Fluß hindurchfloß, infiziert wurde und zwar auf eigentümliche Weise. Der Fluß trat in der Regenzeit häufig aus seinen Ufern und überschwemmte das Gelände der Kakaobestände. Nach einiger Zeit konnte festgestellt werden, daß die Bäume bis zu den Grenzen der Überschwemmungszone erkrankt waren.

Ich möchte auf dieses Vorkommnis besonders hinweisen, weil es auch in einigen Pflanzungen Kameruns Sitte ist, kranke Kakaoschalen und Äste in die Flüsse zu werfen.

Einen dritten Faktor bei der Übertragung der Krankheit bilden die Insekten, und zwar besonders wie Carruthers beobachtete, die Ameisen.

Einige Arten leben am liebsten auf den Kakaofrüchten, wo sie den von Cocciden ausgeschiedenen zuckerhaltigen Stoff verzehren. Sind nun an einem von Ameisen bewohnten Baume reife Sporen des Krebspilzes vorhanden, so können die Tiere mit Leichtigkeit deren Übertragung besorgen.

Bekämpfung.

Bei der Bekämpfung der Krebskrankheit spielt die Entfernung aller kranken Teile des Baumes eine Hauptrolle. Ich habe in Kamerun zunächst vorgeschlagen, die erkrankten Rindenpartien bis zum gesunden Holz gründlich auszuschneiden. Dieses Wegschneiden darf nicht zu ängstlich geschehen, da sonst die Arbeit nur halb getan ist. Am besten ist es, wenn man noch angrenzende Teile des nicht verfärbten, anscheinend gesunden Gewebes mit ausschneidet. Ich habe nämlich nach-

gewiesen, daß auch in diesen Teilen noch Mycel vorhanden sein kann. Werden diese Teile nicht mit ausgeschnitten, so wird die Krankheit nach einiger Zeit wieder zum Vorschein kommen, und alle Mühe wäre umsonst gewesen. Die abgeschnittenen kranken Rindenpartien dürfen nicht am Boden liegen bleiben, sondern müssen sämtlich verbrannt werden.

Da die meisten Pilzkrankheiten durch Mangel an Licht und Luft in ihrer Entwicklung gefördert werden, sollte man möglichst durch gutes Beschneiden für eine reichliche Luftzirkulation zwischen den Kronen Sorge tragen. Carruthers hat auf Ceylon nachweisen können, daß die Krankheit am besten gehemmt wird, wenn nach dem Beschneiden der Rinde die Sonne die Wundfläche trocknen kann. Die für das feuchte Kameruner Klima geltende Grundregel, sämtliche Schnittverletzungen der Kakaobäume nur an trocknen Tagen auszuführen, weil andernfalls Fäulnisprozesse aller Art an den Wundstellen auftreten können, gilt also auch in diesem Fall. Dazu kommt noch als ein äußerliches Moment, daß auf der trocknen Rinde die kranken Stellen besser zu erkennen sind als auf der feuchten. Sodann ist es unbedingt erforderlich, die durch das Ausschneiden entstandenen Wunden zu desinfizieren, und zwar durch Bestreichen mit Teer. Ich bemerke ausdrücklich, daß Karbolineum nach den auf der Moliwe-Pflanzung gemachten Erfahrungen für Wundbehandlung am Kakaobaum nicht geeignet ist.

Das Trocknen der Wundflächen durch künstliche Wärme kann, wie Carruthers nachgewiesen hat, die Austrocknung durch das Sonnenlicht nicht ersetzen und bei falscher Behandlung sogar eher schädlich als nützlich wirken. Möglichst sollen die behandelten Bäume nach einigen Wochen wieder nachgesehen, und etwa neue Erkrankungen sofort beseitigt werden.

Nach dem oben Gesagten spielt die Beseitigung des Pilzes von den Früchten ebenfalls eine große Rolle bei der Bekämpfung. Es ist nachgewiesen, daß der Pilz auf den Früchten fast zehnmal schneller fruktifiziert als auf dem Stamm, weshalb alle Früchte, auch die erst im Anfangsstadium der Erkrankung befindlichen, sofort abgeschnitten und ihre Schalen vernichtet werden müssen. Das wird am besten in gleicher Weise wie bei der Bekämpfung der Braunfäule geschehen. Am geeignetsten wäre es, wenn man zur Erntezeit in Abständen von 4 oder 5 Tagen jemand in der Pflanzung rundgehen ließe, um alle kranken Früchte zu sammeln; auf diese Weise ist es nicht möglich, daß etwaige kranke Früchte länger als 4 bis 5 Tage an den Bäumen hängen bleiben.

Als ein wichtiges Bekämpfungsmittel wird sowohl von Wright (13. I, II) als von auch Earle (3) die Bordeauxbrühe erwähnt. Daß die Kupferkalkbrühe als Vorbeugemittel gute Dienste erweisen kann, halte ich für wahrscheinlich, hat die Krankheit jedoch bereits einen Baum befallen, so wird die Bespritzung mit der Brühe nicht viel nützen. Das Ausschneiden der erkrankten Gewebe und das Bestreichen der Wunden mit Kupfersulfat oder Eisensulfat und ein nachträgliches Teeren hält Earle für sehr zweckmäßig. Auch Lewton-Brain (8) erklärt diese Behandlung für aussichtsreich.

Daß das sorgfältige Ausschneiden der kranken Gewebe, sowie das frühzeitige Entfernen aller kranken Früchte und das Verbrennen der abgeschnittenen Teile viel dazu beiträgt, der Krankheit Herr zu werden, beweisen die Versuche von Wright (13. II). Wie er mitteilt, waren in einzelnen Pflanzungen Ceylons im Jahre 1902 96 % kranke Bäume vorhanden, während 14—62 % aller Früchte erkrankt waren. Im Mai desselben Jahres wurde die Bekämpfung aufgenommen und Ende 1902 waren nur noch 35,5 % der Früchte erkrankt. Im Jahre 1903 7,7 % und 1904 4,3 %.

Vorbeugungsmafsregeln.

Da die *Nectria*-Pilze Wundparasiten sind, ist es von der größten Bedeutung, Verwundungen soviel wie möglich zu vermeiden. Beim Beschneiden des Baumes, und überhaupt bei der Entfernung von Ästen und Zweigen sollen die Wunden möglichst schnell mit Teer bestrichen werden. Ist ein kranker Baum beschnitten worden, so darf das Messer ohne vorherige Desinfektion (Erhitzen über einer Flamme oder Eintauchen in Formalinlösung) nicht mehr zur gleichen Verwendung an anderen Bäumen benutzt werden. Reichliche Zufuhr von Luft und Licht in die Baumkronen durch zweckmäßiges Beschneiden, sowie Beseitigung übermäßiger Bodenfeuchtigkeit durch Drainage können weiter von wohltätigem Einfluß sein. Da *Nectria*-Pilze sich gern auf totem Holz ansiedeln, sind möglichst alle toten Äste und Zweige in den Pflanzungen zu verbrennen. Auf die Wichtigkeit der Vernichtung der kranken Fruchtschalen habe ich schon hingewiesen.

Carruthers hat eine bestimmte Prädisposition zur Krebserkrankung nicht nachweisen können. Alle Kakaobäume, sowohl schwächliche wie kräftige Exemplare, können der Krankheit anheim fallen, wenn die Bedingungen zum Keimen der *Nectria*-Sporen und zum Eindringen des Pilzes in die Gewebe gegeben sind.

Was die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Varietäten betrifft, so fand Carruthers daß der Forastero — der sich als widerstandsfähiger gegen atmosphärische Einflüsse erwiesen hat — dem Angriff der *Nectria* ebenso unterliegt wie andere Sorten. Ob es widerstandsfähige Varietäten gibt, hat Carruthers nicht ermitteln können; es wären deshalb Versuche in dieser Richtung erwünscht.

Abgeschlossen am 30. August 1907.

Literatur.

1. Appel und Strunk, Centralbl. f. Bakt. II. Abt. XI. Bd. 1903
1a. Busse, Reisebericht über die pflanzenpathologische Exped. nach Westafrika. Tropenpfl. 1905. S. 27.
2. Carruthers, I; Planting opinion. Vol. III. 1898. p. 266.
— — II; Proceed. of the Linean Soc. London 1900. p. 7.
— — III; Circulars of the Royal Botan. Gardens, Ceylon. I. Reihe. No. 23. 1901. p. 296 ff.
— — IV; Annual Report of the Government Mycologist and Assistant Director, Circulars of the Royal Botan. Gardens, Ceylon. Vol. II. No. 1. April 1902.
— — V; Circulars of the Royal Botan. Gardens, Ceylon. 1904. p. 223.
— — VI; Trop. Agriculturist. Vol. 24. 1905. p. 449—452.
3. Earle, Journal of the New-York Botan. Gardens. Vol. 4. 1903. p. 1—10.
4. Hart, I; West-Ind. Bull. 1900. p. 422.
— — II: Bull. Botan. Departm. Trinidad. Januar 1901. p. 298.
5. Hennings, Engler's Botan. Jahrb. Bd. XXII. 1897. p. 72.
6. Hempel, Boletim da Agricultura, São Paolo. 5. Jahrg. 1904. p. 22—24.
7. Howard, I; Grenada official Gazette. Mai 1901. (Report on the Fungoid diseases in Grenada.)
— — II; West-Ind. Bull. Vol. II. 1901. p. 199.
8. Lewton-Brain, West-Ind. Bull. Vol. VI. No. 1. 1905. p. 85.
9. Massee, I; Kew Bull. of Misc. Inform. 1899. No. 145. p. 1.
— — II; Bull. Botan. Departm. Trinidad. Januar 1900. p. 230.
— — III; Trop. Agriculturist. Vol. XIX. 1900. p. 478.
10. Petch, Report of the Government Mycologist, Circulars Royal Botan. Gardens, Ceylon. Vol. III. No. 21. 1906.
11. Preyer, Tropenpflanzer. 1900. p. 171.
12. Willis, Circulars of the Royal Botan. Gardens, Ceylon. 1897. Sér. 1, 2 und 3.
13. Wright, I; Cacao Canker and Spraying in Ceylon, Circulars of the Royal Botan. Gardens, Ceylon. Vol. II. No. 21. 1904.
— — II; A Report by the Controller of the Experiment Station. Ebenda. Vol. II. No. 3. 1903.
14. Zimmermann, Centralbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. VII. 1901. p. 101.

Figurenerklärung.

1. Querschnitt von einem Blatt des Hexenbesens, Asci von *Taphrina Bussei* nov. sp.
2. 3. und 4. Asci desselben Pilzes in verschiedenen Entwicklungsstadien.
5. Querschnitt eines gesunden Kakaozweiges.
6. Querschnitt eines kranken Kakaozweiges.
7. Xylem eines Hexenbesenzweiges. Man beachte die Querschnitte der Hyphen, die als Ringe in den Gefäßen erkennbar sind.
8. Gefäße stärker vergrößert.
9. Rindenpolster mit Perithecien von *Nectria sp.* aus Kamerun.
10. Rindenstück mit Perithecien.
11. Ascus von *Nectria sp.* mit Ascosporen.

1.

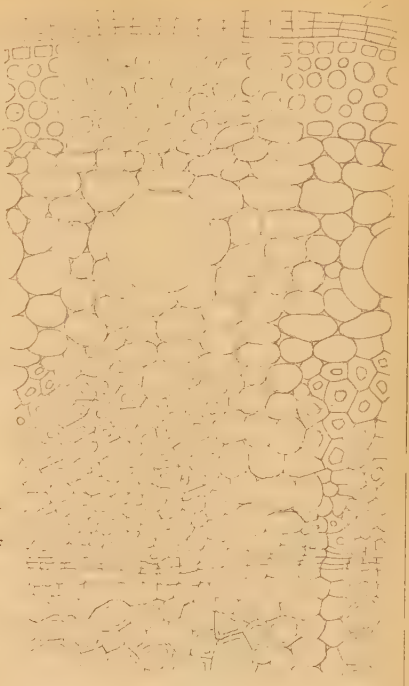
2.

3.

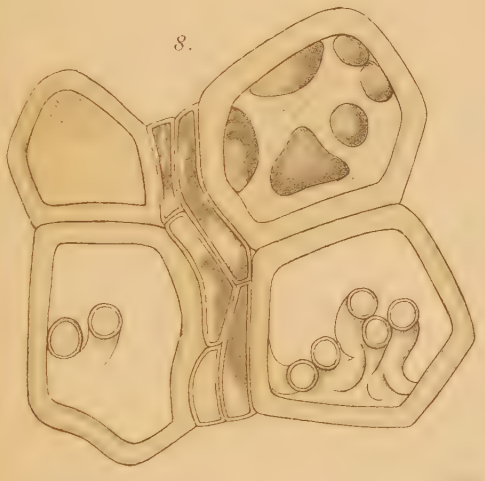
4.

7.

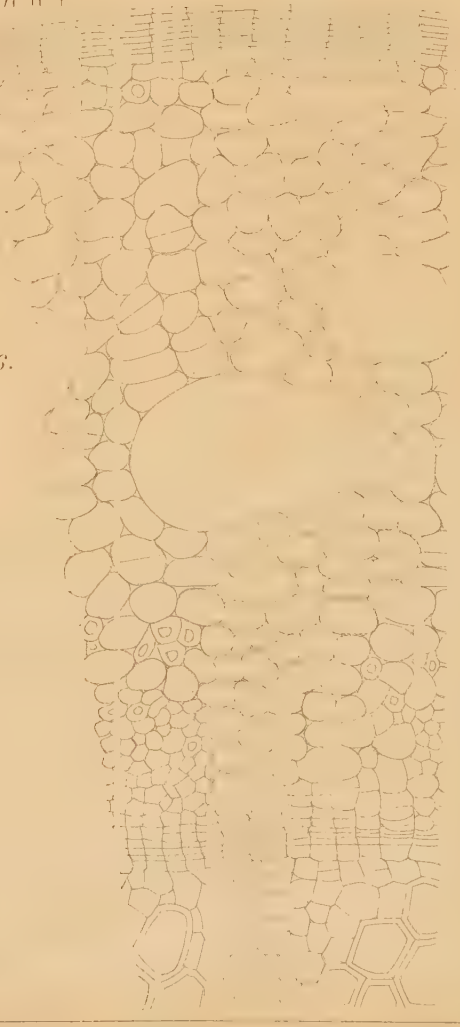
5.



8.



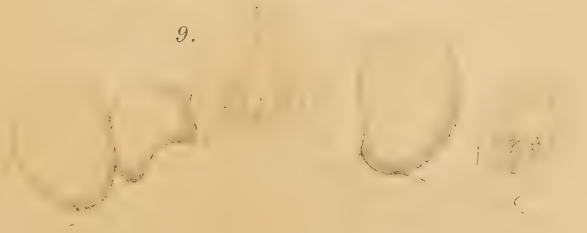
6.



10.

11.

9.



Die thierischen und pflanzlichen Feinde der Kautschuk- und Guttaperchapflanzen.

Von

Prof. Dr. A. Zimmermann.

Die nachfolgende Mittheilung stützt sich theils auf die in der Literatur vorliegenden Angaben, die so vollständig möglich zusammengetragen wurden, theils auf eigene Beobachtungen des Verfassers. Die Letzteren wurden fast ausschliesslich im Culturgarten bei Buitenzorg angestellt und können in Folge dessen allerdings darüber kein Urtheil gestatten, in wie weit von den betreffenden Parasiten beim Betrieb im Grossen eine ernstliche Beschädigung zu erwarten ist. Der Culturgarten bot aber auf der anderen Seite den Vortheil, dass auf demselben schon seit längerer Zeit eine beträchtliche Anzahl von verschiedenen Culturpflanzen cultivirt wird und sich in Folge dessen allmählich eine sehr grosse Anzahl von Parasiten darauf angesammelt hat. So bestand hier natürlich auch für die Kautschuk- und Guttaperchapflanzen die beste Gelegenheit von den verschiedenartigsten Insecten aufgesucht zu werden. Hierdurch ist es auch wohl hauptsächlich zu erklären, dass ich im Buitenzorger Culturgarten (namentlich auf Ficus elastica) in relativ kurzer Zeit eine ziemliche Anzahl von Insecten auffinden konnte, die diese Pflanzen zu ihrer Ernährung benutzen

und also auch unter gewissen Umständen für den Betrieb im Grossen schädlich werden können.

Dass die Kautschuk- und Guttaperchapflanzen trotz der grossen Mengen von Milchsaft, die jeder Wunde entströmen, von zahlreichen Insecten, die den verschiedensten Familien angehören, gern verzehrt werden, war wohl a priori nicht zu erwarten und auch nach den in der Literatur vorliegenden, spärlichen Angaben nicht sehr wahrscheinlich. Dass dies aber trotzdem der Fall ist, dürfte aus den nachfolgenden Mittheilungen zur Genüge hervorgehen. Uebrigens ist es wohl sehr wahrscheinlich, dass durch ausgedehntere Untersuchungen die Zahl dieser Insecten noch bedeutend vermehrt werden wird.

Bezüglich der aufgezählten Insecten will ich schliesslich gleich noch an dieser Stelle bemerken, dass die meisten derselben von Herrn Dr. Koningsberger bestimmt wurden, wofür ich dem genannten Herrn auch an dieser Stelle meinen Dank aussprechen möchte.

Bezüglich der Pilze bemerke ich noch, dass ich all diejenigen Arten angeführt habe, die auf den betreffenden Pflanzen gefunden wurden, ohne dass damit behauptet werden soll, dass wir es bei denselben in allen Fällen mit echten Parasiten zu thun haben. Meist wäre ja auch nur durch ausgedehnte Untersuchungen mit Sicherheit zu entscheiden gewesen, ob ein fraglicher Pilz als echter Parasit zu betrachten ist, und andererseits muss es ja für den Phytopathologen von Werth sein, auch die auf den verschiedenen Kulturpflanzen vorkommenden, nicht parasitären Pilze genau zu kennen, um sie in allen ihren Entwicklungszuständen von den eigentlichen Krankheitserregern unterscheiden zu können.

In der nachfolgenden Zusammenstellung habe ich aus naheliegenden Gründen die zu der gleichen Familie ge-

hörenden Wirthspflanzen zusammen besprochen und die auf denselben beobachteten Pflanzen und Thiere in systematischer Reihenfolge zusammengestellt.

A. Die Parasiten der Moraceen (Ficus und Castilloa.)

I. Höhere Thiere.

Auf verschiedenen Kaffeeplantagen Ostjavas, die in mehr oder weniger grossem Maasstabe Ficus elastica angepflanzt hatten, hörte ich darüber klagen, dass die jungen Pflanzen durch Hirsche,

1) *Cervulus muntjac* und

2) *Tragulus javanicus*, stark beschädigt wurden, indem diese die Blätter und jungen Zweige vollständig auffrassen. Auch

3) *Kühe* fressen die jungen Blätter von Ficus elastica sehr gerne. Wo also Gefahr vorhanden ist, dass diese Thiere den jungen Ficuspflanzen nahe kommen, empfiehlt es sich jedenfalls, dieselben durch entsprechende Schutzhecken fern zu halten.

II. Insecten

1. Coleoptera, Käfer.

a. Cerambycidae, Bockkäfer.

Von den auf Ficus und Castilloa beobachteten Insecten scheinen die Cerambyciden bisher den grössten Schaden angerichtet zu haben, indem die Larven Stamm und Zweige anbohren und mehr oder weniger vollständig zum Absterben bringen. Diese Larven besitzen alle eine hellgelbe Färbung und zeigen in ihrer Gestalt eine sehr weitgehende Uebereinstimmung, indem der mit starken

Mundwerkzeugen ausgestattete Kopf relativ klein ist, während das dahinter befindliche erste Körpersegment durch besondere Grösse ausgezeichnet ist und von hier aus nach hinten zu eine allmähliche Verschmälerung des Körpers stattfindet. Auch die hierher gehörigen Käfer stimmen insofern überein, dass sie mit sehr starken und langen Fühlern versehen sind und eine längliche Körpergestalt besitzen; sie weichen aber namentlich in ihrer Färbung sehr von einander ab.

Es wurden bisher je 2 verschiedene Arten als Bohrer von Ficus elastica und Castilloa elastica nachgewiesen und zwar folgende:

4) *Batocera albofasciata* DE GEER hat nach KONINGSBERGER *) in Westjava in den Anpflanzungen von Ficus elastica Schaden angerichtet. Der aus den Larven zur Entwicklung gelangende Käfer ist c. 35 mm lang und besitzt eine schwarz braune Färbung mit einem breiten, weissen Streifen auf jeder Seite des Körpers. Ausserdem befinden sich auf dem Thorax zwei halbmondförmige rothe Flecken und 4 hellgelbe Flecken auf jedem Deckflügel.

5) *Epicedia spec.* (?). In Ostjava wurde von verschiedenen Seiten stark darüber geklagt, dass die Ficuspflanzen durch die Larven von Bockkäfern stark beschädigt würden. Nach einer Mittheilung sollen sogar von c. 3900 Bäumen 90 % durch diese Thiere und Termiten getötet sein. Wie ich nun schon an anderer Stelle mitgetheilt habe **), konnte ich aus derartigen Larven, die mir von Ostjava aus zugesandt waren, Käfer züchten, die sehr wahrscheinlich zu der Gattung *Epicedia* gehören. Diese Käfer sind 16—18 mm lang und besitzen eine graubraune Grundfarbe, die in der Mitte des

*) Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin. No. 44. p. 89.

**) Teysmannia, 1901. p. 310.

Rückens etwas dunkler ist, mit schwarzen sammetartigen Flecken auf den Deckflügeln und zwar sind diese Flecken, wie ich inzwischen beobachten konnte, je nach dem Geschlecht der Käfer etwas verschieden angeordnet: Bei den Männchen *) befindet sich nämlich ein grosser dreieckiger Fleck vor der Mitte der Deckflügel und ein kleiner nahe dem hinteren Ende. Bei dem Weibchen, verläuft dagegen nahe dem Vorderende der Deckflügel von deren äusserem Rande aus ein schwarzer Streifen schief nach einwärts zu und ausserdem befinden sich in der hinteren Hälfte ein etwas grösserer und ein kleinerer Flecken, die häufig beide unregelmässig zergliedert sind. Ferner konnte ich inzwischen auch nachweisen, dass diese Insecten als vollkommen ausgebildete Käfer die jungen Blätter und Triebe von Ficus elastica stark beschädigen. Auch die Eier derselben konnten beobachtet werden. Dieselben besitzen eine schneeweisse Färbung und eine längliche Gestalt; sie sind c. 3 mm lang und 0,8 mm breit. Ihrer Grösse nach könnte man also wohl daran denken, die Eier zur Bestreitung der Käfer einsammeln und vernichten zu lassen. Dies wird aber dadurch unmöglich gemacht, dass die Käfer ihre Eier in das Innere der Stengel hineinlegen, sodass sie von der Rinde bedeckt sind und von aussen nicht wahrgenommen werden können. Bei den jungen Ficuspflänzchen, mit denen ich experimentirte, lagen die Eier meist in der innersten Rindenschicht und grenzten mit ihrer nach Innen zu gelegenen Fläche an das Holz. Eine Bestreitung der Käfer kann also wohl allein durch Einsammeln und Vernichten der Larven und vollkommen ausgebildeten Insecten geschehen.

Bezüglich der Länge der verschiedenen Entwicklungsphasen kann ich an dieser Stelle noch mittheilen, dass

*) Das Geschlecht der betreffenden Thiere wurde von Herrn Dr. Pedaschenko durch Praeparation der Geschlechtstheile festgestellt.

aus den Anfang Juni gebildeten Puppen nach 10—12 Tagen die Käfer auskamen, von denen je 2 Männchen und Weibchen zusammen auf einer Ficuspflanze in Gefangenschaft gehalten wurden. Ende Juli waren nun in dem Stamm der Ficuspflanze zahlreiche Eier zu finden, die zum grössten Theile bereits leer waren. Die aus denselben ausgeschlüpften Larven besassen aber alle eine noch sehr geringe Grösse. Die alten Käfer sowohl als auch die jungen Larven befinden zich zur Zeit noch in Cultur.

6) *Inesida leprosa* Fabr. ist nach BLANDFORD *) in Westafrika schädlich für Castilloa elastica.

7) *Epepeotes luscus* Fabr. Im Culturgarten bei Buitenzorg fand ich in einer einjährigen Pflanze von Castilloa elastica, deren Stamm fast bis zur Basis abgestorben, aber bereits durch einen neuen Ausläufer ersetzt war, 2 Bockkäferlarven, die dann in Stammstücken von Castilloa elastica weiter cultivirt wurden. Ich erhielt auf diese Weise 2 Käfer, die als zu *Epepeotes luscus* gehörend bestimmt wurden. Dieselben sind ungefähr 20 mm lang und besitzen eine dunkelbraune Färbung mit zahlreichen kleinen grauen Flecken auf den Deckflügeln und gelblichen Flecken auf Kopf und Thorax. Als dieselben auf Zweige und Blätter von Castilloa elastica gebracht waren, haben sie dieselben stark angenagt.

b. Chrysomelidae Blattkäfer.

Im Culturgarten bei Buitenzorg beobachtete ich an jungen Pflanzen von Ficus elastica sehr häufig, dass der Rand der jungen Blätter angefressen und mit weissen Flecken, die von dem ausgetretenen Milchsaft herrührten,

*) Kew, Bullet. of misc. Inform. 1897. p. 178.

bedeckt war. Auf den bestreffenden Pflanzen wurden auch sehr bald kleine Käfer mit dunkelgrünem Metallglanz gefunden, die sich mit Vorliebe unter den Blattscheiden verborgen hielten. Dieselben wurden als.

8) *Abirus picipes* Baly bestimmt. Dass sie die beschriebenen Verletzungen veranlasst haben, geht daraus hervor, dass die Käfer in der Gefangenschaft an Ficusblättern die gleichen Flecken erzeugten. Die betreffenden Käfer kommen übrigens auch auf sehr verschiedenen anderen Pflanzen vor.

2. Lepidoptera, Schmetterlinge.

Auf den Blättern von Ficus elastica konnte ich bisher 9 verschiedene Arten von Raupen beobachten und ausserdem noch 2 auf anderen ebenfalls zur Kautschukgewinnung benutzten Ficus-Arten. Für all diese Arten mit Ausnahme der Psychiden konnte nachgewiesen werden, dass sie auch in der Gefangenschaft Ficusblätter gern verzehren. Nur die beschriebenen Bombyciden und Pyraliden sind aber wohl als spicifische Parasiten von Ficus anzusehen.

Auf Castilloa elastica habe ich bisher keine Raupe gefunden, die die Blätter dieser Pflanze antastet.

a. Psychidae.

Im Culturgarten bei Buitenzorg kommt eine mit einem conischen Häuschen versehene

9) *Psychide* auf sehr verschiedenen Pflanzen vor und wurde auch ziemlich häufig auf Ficus elastica beobachtet. Dennoch habe ich mich nicht davon überzeugen können, dass sie die Blätter dieser Pflanze antastet. Dasselbe gilt von einer

10) kleinere *Psychide*, bei der im Puppenstandium das Häuschen vermittelst eines mit einer Art von Haft-

scheibe versehenen, dünnen Fadens an den Blättern befestigt ist. Beide Arten konnten leider bisher nicht mit Sicherheit bestimmt werden.

b. **Lithosiidae.**

11) *Hypsa egens* Wlk. Im Buitenzorger Culturgarten fand ich wiederholt auf Ficus elastica Raupen, die eine dunkelbraune Grundfarbe besitzen, auf dem Rücken zwei grosse und eine grosse Anzahl kleinerer Warzen tragen und mit feinen Haaren bedeckt sind. Aus diesen Raupen entwickelte sich ein gelbbrauner Schmetterling, der auf den Flügeln einige kleine, schwarze Flecken besitzt und als Hypsa egens bestimmt wurde. Ob die beschriebenen Raupen auch auf anderen Pflanzen vorkommen, vermag ich nicht anzugeben.

c. **Liparidae.**

12) *Porthesia xanthorrhoea* Koll. kommt in Buitenzorg ziemlich häufig auf Ficus elastica vor und frisst auch sicher die Blätter dieser Pflanze. Die dunkel gefärbten, behaarten Raupen sind auf dem Rücken mit 2 schwarzen Bürsten, rothgelben Streifen und weissen Punkten versehen. Die Schmetterlinge haben volkommen weisse Flügel. Die Raupen sind übrigens in ihrer Nahrung sehr wenig wählerisch und kommen auf den verschiedenartigsten Pflanzen vor. Dasselbe gilt von einer anderen, etwas grösseren Raupe, die wahrscheinlich zu der Gattung

13) *Dasychira* gehört und ebenfalls auf Ficus elastica beobachtet wurde. Dieselbe ist bedeckt mit grauen Haaren, die mit einem weissen Köpfchen endigen, und trägt ausserdem am Kopf jederseits einen langen schwarzen Haarbüschel. Auf dem Rücken befinden sich 4 graubraune

Bürsten und auf dem 8—10 Segmente beiderseits rothe Flecken. Der zugehörige Schmetterling besitzt eine dunkel graue und braune Zeichnung.

d. **Bombycidae.**

14) *Ocinara signifera* Walker. Die schmutzig braune Raupe, die auf dem letzten Segmente ein schwach gebogenes Hörnchen trägt, wurde im Buitenzorger Culturgarten vereinzelt auf Ficus elastica beobachtet. Die Raupen umgeben sich vor der Verpuppung mit einem schwefelgelben Gespinst und lassen einen weisslichen Schmetterling entstehen, der auf den Vorflügeln eine Anzahl von schwarzen Flecken und hellgraue Streifen trägt. Ausserdem fand ich an dem gleichen Orte in grösserer Anzahl blassgrüne Raupen, die ebenfalls zu der Gattung Ocinara, wahrscheinlich zu

15) *Ocinara dilectula* Wlk. gehören. Diese Raupen tragen ebenfalls auf dem letzten Segment ein gebliches Horn und sind ausserdem auf dem 5. und 8. Segment beiderseits mit einem dunkeln Fleck und am Hinterende mit einem dunkeln Streifen versehen. Die Cocons sind ebenfalls von einem schwefelgelben Gespinst umgeben; der daraus hervorgehende Schmetterling besitzt eine gelblich weisse Färbung. Diese Raupen kommen übrigens auch auf anderen Ficus sp. vor und zwar häufig in grossen Mengen.

e. **Pyralidae.**

16) *Glyphodes bivitralis* Guen. Von dieser Art wurden im Buitenzorger Culturgarten einige Exemplare auf Ficus elastica beobachtet und zwar lebten die Raupen in zusammengebogenen und durch weisse Fäden in dieser Lage festgehaltenen jungen Blättern. Sie be-

sitzen eine theils mehr gelblich, theils mehr blaugrüne Färbung; der Kopf ist dunkelbraun; auf dem 2. und 3. Segment befindet sich beiderseits ein schwarz und weisser Fleck und ausserdem verschiedene kleinere Flecken am hinteren Ende des Körpers. Der im reflectirten Lichte schön irisirende Schmetterling besitzt auf den Vorflügeln zwei grosse weisse Flecken. Die gleiche Färbung zeigt der grössere Theil der Hinterflügel.

17) *Glyphodes spectandalis* Sn. Die ebenfalls grün gefärbten Raupen, die aber an den vordersten Segmenten seitenständige, kegelförmige Fortsätze besitzen. wurden im Buitenzorger Culturgarten in ziemlich grosser Menge auf Ficus Vogelii beobachtet. Der aus diesen Raupen hervorgehende Schmetterling besitzt eine sehr zierliche braun und weisse Zeichnung.

18) *Hydrocampa* spec. Die gelbgrünen Raupen wurden in ziemlicher Anzahl in den zusammengesponnenen Blättern von Ficus glomerata beobachtet. Der zugehörige Schmetterling ist gelbbraun gefärbt mit theils dunkelbraunen, theils silberglänzenden Flecken und Streifen auf den Flügeln.

3. Hemiptera, Schnabelkerfe

a. Heteroptera, Wanzen.

19) *Helopeltis*-Arten kommen in dem Buitenzorger Culturgarten auf zahlreichen verschiedenen Pflanzen (Thea, Theobroma, Bixa u. a.) zeitweilig in grosser Menge vor. Aber erst in der allerletzten Zeit konnte ich Helopeltis auch auf Ficus elastica beobachten und zwar auf einigen jungen Pflanzen, deren junge Blätter und Stengeltheile ziemlich ausgedehnte rothbraune Flecken besassen und später zum theil vertrockneten, zum theil verkrüppelten. Dass die betreffenden Flecken wirklich

durch Helopeltis verursacht wurden, geht daraus hervor, dass die im Freien auf Ficus elastica gesammelten Thiere in der Gefangenschaft auf unversehrten Theilen dieser Pflanze vollkommen gleichartige Flecken erzeugten.

b. Phytophthires.

1. Psyllidae.

20) Auf jungen Pflanzen von Castilloa elastica beobachtete ich sehr zahlreiche Exemplare einer *Psyllide*, die namentlich auf der Unterseite der jüngeren Blätter in grosser Menge zu finden war. Die Larven sind hellgrün, die mit 4 Flügeln versehenen erwachsenen Thiere dunkelbraun und c. $1\,^1/_2$ mm lang. Ich konnte nicht constatiren, dass die bestreffenden Pflanzen durch diese Thiere merklich geschädigt wären.

2. Coccidae.

Cockerell *) erwähnt in seiner Aufzählung der Cocciden 20 auf Ficusarten vorkommende Cocciden. Von diesen scheinen aber bisher nur 4 auf Ficus elastica beobachtet zu sein, nämlich:

21) *Aspidiotus rapax* Comst.,

22) *Lecanium depressum* Targ.-Tozz.,

23) *Lecanium longulum* Dougl. und

24) *Lecanium hesperidum* Linné.

Von Marchal **) wurde ferner in Algier eine als

25) *Chrysomphalus Ficus* bezeichnete Coccide auf Ficus elastica beobachtet.

Auf Castilloa elastica wurde nach Cockerell (l. c.)

26) *Asterolecanium pustulans* beobachtet.

*) Proceedings of the U. S. Nat. Museum. 1897. Vol. 21. p. 767.

**) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1900. p. 302.

Im Buitenzorger Culturgarten fand ich ferner ziemlich häufig eine wahrscheinlich neue

27) *Icerya* spec. und zwar namentlich auf der Blattunterseite von Castilloa elastica, in der allerletzten Zeit aber auch auf einer jungen Pflanze von Ficus elastica. Ausserdem wurde die gleiche Laus auch häufig auf Eriodendron anfractuosum in grossen Mengen angetroffen. Als natürlichen Feind derselben beobachtete ich eine kleine Coccinellide (wahrscheinlich Thea sp.), die als Käfer dunkelbraune, mit hellerem, röthlichem Rande versehene Deckflügel besitzt. Die Ausscheidungen der Läuse bewirken starke Russthaubildung, der auf den Blättern von Castilloa elastica zum grössten Theil aus der unter No. 33 noch ausführlich zu beschreibenden Antennaria Castilloae besteht.

Auf Castilloa elastica beobachtete ich ferner ziemlich häufig:

28) *Diaspis amygdali* Tryon. Diese Läuse befinden sich namentlich am Stamm und an der Unterseite von Seitenzweigen junger Pflanzen. Sie sind häufig in sehr grossen Mengen vorhanden und bewirken dann entschieden eine Schädigung der betreffenden Pflanzen.

4. Orthoptera.

a. Locustidae, Laubheuschrecken.

Durch eine wahrscheinlich zu der Gattung

29) *Pseudophyllus* gehörige Heuschreckenart wurden im Buitenzorger Culturgarten verschiedene junge Pflanzen von Ficus elastica stark beschädigt, indem die Blätter und jungen Triebe stark zerfressen wurden. Die gelbgrünen Larven dieser Heuschreckenart besitzen eine zierliche, hauptsächlich rothbraune Zeichnung auf dem Rücken. Die ebenfals gelbgrün gefärbten volkommen aus-

gebildeten Thiere haben einen dunkeln Fleck auf den Vorflügeln.

In einem Falle fand ich ferner in einem 16 mm dicken Zweige von Ficus elastica Reihen von grossen Heuschreckeneiern, von denen aber leider nicht mehr festgestellt werden konnte, ob sie zu derselben Art gehören. Der betreffende Zweig war beim Legen dieser Eier derartig verletzt, dass er bereits zum grössten Theil abgestorben war.

b. Termitidae.

30) Mehrfach wurde behauptet, dass die *weissen Ameisen* oder *Termiten* für Ficus elastica sehr schädlich wären. Uebrigens werden wohl namentlich nur Stecklinge, die noch nicht vollständig angewachsen sind und solche Pflanzen, die bereits von einem anderen Parasiten heimgesucht sind, von den weissen Ameisen angefressen.

III. Arachnoidea, Spinnenthiere.

Acarina, Milben.

31) Bei den Blättern von Castilloa elastica beobachtet man häufig, dass diese an der Oberseite gelbliche bis orangefarbige Flecken besitzen, namentlich in der Nähe der Hauptnerven. Diese Flecken werden veranlasst durch eine kleine, allein mit der Lupe deutlich zu erkennende *Milbe*, die sich fast ausschliesslich auf der Unterseite der Blätter befindet und dieselben von hier aus aussaugt. Der Hinterleib dieser Milben ist gelblichgrün mit 4 dunkelvioletten Flecken, der Vorderleib fast hyalin, von den rothen Augen abgesehen.

Ich habe diese Milben an verschiedenen Stellen auf Java beobachtet und zuweilen in so grosser Menge, dass die Pflanzen wohl etwas darunter zu leiden schienen.

IV. Fungi, Pilze.

a. Hymenomycetes.

Telephoraceae.

32) *Corticium javanicum* Zimm. fand ich im Buitenzorger Culturgarten ziemlich häufig an den Zweigen von Castilloa elastica, die allem Anschein nach durch diesen Pilz getötet waren. Ferner wurde der gleiche Pilz auch ziemlich häufig auf Zweigen von Ficus Vogelii beobachtet, die im Begriff standen abzusterben.

33) *Septobasidium* spec. wurde ebendort an den Zweigen von Castilloa elastica beobachtet. Eine Beschreibung dieses Pilzes unterlasse ich jedoch, da die auf Java sehr verbreitete Gattung Septobasidium demnächst von anderer Seite ausführlich bearbeitet werden soll. Uebrigens scheint der auf Castilloa beobachtete Pilz ganz unschädlich zu sein; das unterhalb desselben gelegene Rindengewebe machte wenigstens einen vollständig gesunden Eindruck.

b. Pyrenomycetes.

1. Perisporiaceae.

An den Exemplaren von Castilloa elastica, die von der unter No. 26 beschriebenen Icerya spec. heimgesucht waren, hatte auf den Blättern starke Russthaubildung stattgefunden, die zum grössten Theile aus einem als

34) *Antennaria Castilloae* sp. n. bezeichneten Pilze bestand. Ich lasse die Diagnose dieses Pilzes hier folgen:

Mycel schwarz, auf der Oberseite der Blätter Russthau bildend. Perithecien meist an der Basis eines Haares der Wirthspflanze, kugelig, behaart, schwarz, 190–230 mik. Durchmesser. Schlauche 8-sporig, keulenförmig, 100 mik. lang. Sporen 4-zellig, erst hyalin, später braunlich, spindelförmig, die beiden Zellen der einen Seite etwas kürzer und breiter als die der anderen, 45—50 mik. lang, bis 12 mik. breit, zum Theil schwach gekrümmt.

2. Sphaeriaceeae.

35) *Venturia elastica* Pass. wurde nach Saccardo (Syll. IX, 688) im botanischen Garten zu Parma auf verfaulten Blättern von Ficus elastica beobachtet.

36) *Phomatospora Elasticae* sp. n. wurde auf faulenden Blättern von Ficus elastica, die aus dem Buitenzorger Culturgarten stammten, beobachtet, scheint aber kein echter Parasit zu sein. Die Diagnose des Pilzes lautet:

Perithecien auf der Ober-und Unterseite der Blätter, ohne Stroma, isolirt stehend, eingesenkt, nur mit der kegelförmigen Mündung vorragend, schwarz, Mündungspapille farblos, Längsaxe bis 120 mik. lang, 65 mik. breit. Asci sehr kurz gestielt, stumpf endigend, 8-sporig, 45 mik. lang, 8 mik. breit. Sporen hyalin, länglich, stumpf, zum theil sehr schwach gekrümmt, 16 mik. breit. Paraphysen fehlen.

Ich stelle diesen Pilz zu der oben genannten Gattung, obwohl die Asci nicht sehr lang gestreckt und die Sporen darin in zwei Reihen angeordnet sind.

3) Hypocreaceae.

37) *Nectria (Dialonectria) gigantospora* sp. n. wurde im Buitenzorger Culturgarten auf Blättern von Ficus elastica beobachtet und zwar häufig schon auf sehr jungen Blättern. Es handelt sich hier jedenfalls um einen echten Parasiten. Ob derselbe aber jemals für die Cultur im Grossen schädlich werden wird, ist wohl zweifelhaft; bisher habe ich ihn wenigstens nur sehr vereinzelt und auch nur auf stark beschatteten Blättern angetroffen. Die Diagnose des Pilzes lautet:

Perithecien auf braunen, dunkler umrandeten Blattflecken, ohne besonderes Stroma der Ober-und Unterseite des Blattes aufsitzend, meist in ziemlicher Anzahl, aber isolirt stehend, zuerst am Rande der Flecken erscheinend, kugelig, mit Mündungspapille, bis 300 mik. hoch, 250 mik. breit, zinnoberroth. Asci keulig, 8-sporig, schnell zerfliessend. Sporen hyalin, 2-zellig, in der Mitte und vor den Enden etwas eingeschnürt, stumpf endigend, meist etwas gebogen, bis 50 mik. lang, 9 mik. breit.

Die Perithecien haben äusserlich eine grosse Aehnlichkeit mit Nectria coffeicola Zimm.: durch die enorm grossen Sporen ist die neue Art aber leicht zu erkennen.

4. Dothideaceae.

38) *Hyalodothis incrustans* Rac. wurde von Raciborski *) in Buitenzorg auf der Oberseite grosser Ficusblätter beobachtet.

c. Sphaeropsidaceae.

1. Sphaeroidaceae.

39) Als *Harknessia?* bezeichnet van Breda de Haan **) einen Pilz, der von ihm auf totem Wurzelholz von Ficus elastica beobachtet wurde.

40) *Phoma atrocincta* Sacc. wurde von Saccardo (cf. Syll. X, 159) in Rom auf abgestorbenen Blättern von Ficus elastica beobachtet.

41) *Phyllosticta Roberti* Boy. & Jacz. wurde nach Saccardo (Syll. XI, 476) in Montpellier auf Blättern von Ficus elastica beobachtet.

42) *Septoria brachyspora* Sacc. wurde von Saccardo (Syll. III, 500) in Frankreich auf Blättern von Ficus elastica nachgewiesen.

2. Leptostromaceae.

43) *Leptostromella elastica* Ell. & Ev. wurde nach Saccardo (Syll. X, 430) in Nordamerika auf Blättern von Ficus elastica nachgewiesen.

3. Melanconiaceae.

44) *Colletotrichum Elasticae* sp. n. wurde im Buitenzorger Culturgarten auf Ficus elastica beobachtet

*) Parasitische Algen und Pilze Javas. III. Theil. 1900 p. 37.

**) Bull. de l'Institut bot. de Buitenzorg No. 6. 1900. p. 12.

und zwar auf Blattflecken, die sich gewöhnlich vom Rande des Blattes aus nach Innen ausbreiten. Der Pilz ist wohl als echter Parasit zu betrachten, wurde aber bisher nur vereinzelt angetroffen. Häufig wurde auf den gleichen Blattflecken auch die unter No. 46 beschriebene *Cercospora Elasticae* beobachtet. Die Diagnose von *Colletotrichum elasticae* lautet:

Auf braunen Blattflecken an der Oberseite kleine, im feuchten Zustande grau erscheinende Pünktchen bildend. Borsten gerade oder schwach gebogen, spitz endigend, mit 2—3 Querwänden, bis 200 mik. lang, an dem wenig angeschwollenen unteren Ende 6 mik. dick. Basidien hyalin. Sporen sichelförmig, hyalin, einzellig, 20—30 mik. lang, 3—4 mik. breit.

45) *Gloeosporium Elasticae* Cooke & Massee. Im Buitenzorger Culturgarten beobachtete ich auf Blattflecken von Ficus elastica einen Pilz, für den ich die folgende Diagnose aufstellte:

Conidienlager auf der Ober- und Unterseite der Blätter auf grauen Flecken, lange von der Epidermis bedeckt bleibend. Durchmesser 160—240 mik.; Basidien 12—20 mik. lang, 2—3 mik. breit. Sporen hyalin, länglich, stumpf, 16—18 mik. lang, 5—6 mik. breit, in grosser Menge röthlich erscheinend.

Diese Diagnose stimmt gut mit der in Saccardo's Sylloge (X, 456) enthaltenen Diagnose der obengenannten Art, die übrigens wohl mit *Gloeosporium intermedium* var. *brevipes* Sacc. (Syll. III, 703) identisch ist. Beide Diagnosen stammen von Pilzen, die in Europa auf Ficus beobachtet waren.

d. Hyphomycetes.

1. Dematiaceae.

46) *Cercospora Elasticae* sp. n. Der im Buitenzorger Culturgarten auf Blattflecken von Ficus elastica beobachtete Pilz entsprach der folgenden Diagnose:

Conidienträger auf graubraunen Blattflecken an der Oberseite zahlreiche kleine schwarze Pünktchen bildend, von einem dunkeln Stroma entspringend, meist ohne, selten mit 1 oder 2 Scheidewänden, chocoladenbraun

60—70 mik. lang, 4 mik. breit. Conidien lang gestreckt, gerade oder etwas gewunden, mit 6—9 Scheidewänden, bis 100 mik. lang, am unteren Ende 5 mik. dick, nach vorn dünner werdend, chocoladenfarbig.

2. Tuberculariеae.

47) *Fusarium Elasticae* Sacc. wurde nach Saccardo (Syll. IV, 712) in Italien auf Blättern von Ficus elastica beobachtet.

48) *Fusarium Urticearum* Sacc. wurde nach Saccardo (Syll. IV, 698) in Italien und Böhmen auf abgestorbenen Zweigen von Ficus elastica beobachtet.

e. Mycelia sterilia.

49) *Sclerotium.* Auf Blättern von Ficus elastica beobachtete ich hin und wieder sterile Mycelien, die aus ziemlich starken Hauptsträngen und schwächeren Seitenästen bestanden. In feuchter Luft bedeckten diese Mycelien das ganze Blatt und wuchsen auch über dasselbe hinaus, z. B. auf feuchtes Filtrirpapier. Nach einiger Zeit bildeten sich auf denselben, erst gelbbraun gefärbte, später dunkelbraun werdende, kugelige Sclerotien von 0,8—1,4 mm Durchmesser. Die Keimung dieser Sclerotien konnte bisher nicht beobachtet werden; dieselben befinden sich aber zur Zeit noch in Cultur.

B. Die Parasiten der Euphorbiaceen (Kevea und Manihot).

I. Höhere Thiere.

Die Anflanzungen von Manihot Glaziovii werden namentlich häufig durch

50) *Wilde Schweine* beschädigt, die den Boden aufwühlen, um die an den Wurzeln befindlichen Knollen aufzusuchen.

II. Insecten.

1. Coleoptera, Käfer.

Bostrychidae.

51) In absterbenden Zweigen von Hevea brasiliensis beobachtete ich im Buitenzorger Culturgarten zahlreiche Bohrgänge, die von einer bisher leider nicht bestimmten *Bostrychide* herrührten. Käfer und Larven waren in grosser Menge anwesend; es liess sich aber doch nicht mehr mit Sicherheit feststellen, in wie weit sie bei dem Absterben der betreffenden Zweige eine Rolle gespielt haben, da an denselben ausserdem auch die unter No. 60, 61 und 64 genannten Pilze anwesend waren.

2. Hemiptera.

Coccidae.

52) *Lecanium nigrum* Nietner kommt nach Cotes *) auf Ceylon auf Manihot Glaziovii vor.

Im Buitenzorger Culturgarten fand ich ferner auf Hevea brasiliensis die nachfolgenden Cocciden, für deren Bestimmung ich Herrn E. E. Green zu Dank verpflichtet bin:

53) *Aspidiotus ficus* Ashmead var. nov.,

54) *Aspidiotus transparens* Green,

55) *Lecanium* sp. n.,

56) *Chionapsis dilatata* Green und

57) *Parlatoria proteus* Curtis. Keine dieser Arten war aber in solcher Anzahl anwezend, dass dadurch ein nennenswerther Schaden veranlasst wäre.

*) Indian Museum Notes, Vol. 2. No. 6. p. 145.

3. Orthoptera.

Gryllidae.

58) *Brachytrypus membranaceus* Drury ist nach Blandford *) in Westafrika schädlich für junge Pflanzen von Manihot Glaziovii.

III. Arachnoidea.

Acarina, Milben.

59) Wie ich bereits an anderer Stelle **) ausführlich beschrieben habe, werden an den Blättern von Manihot Glaziovii durch eine gelbgrüne Milbe braune Flecken erzeugt, die im Buitenzorger Culturgarten stellenweise in solcher Menge anwezend sind, dass die betreffenden Bäume entschieden etwas darunter leiden.

IV. Fungi, Pilze.

a. Hymenomycetes.

Telephoraceae.

60) *Corticium javanicum* Zimm. wurde auf absterbenden Zweigen von Hevea brasiliensis beobachtet und scheint darauf als echter Parasit aufzutreten.

b. Pyrenomycetes.

Hypocreaceae.

61) *Nectria coffeicola* Zimm. wurde gleichzeitig mit dem vorstehenden Pilze auf abgestorbenen Zweigen

*) Kew, Bulletin of misc. Inform. 1897 p. 188.
**) Annales du Jardin Bot. de Buitenzorg. Sér. 2. Vol. 2. p. 120.

von Hevea brasiliensis beobachtet, ist aber wohl nicht als der eigentliche Krankheitserreger anzusehen.

c. Sphaeropsidaceae.

1. Sphaeroidaceae.

In meinem Privatgarten zu Buitenzorg fand ich auf Blättern von Hevea brasiliensis braune Flecken, die durch einen als

62) *Phyllosticta Heveae* sp. n. bezeichneten Pilz veranlasst waren. Die Diagnose desselben lautet:

Auf braunen, namentlich die Spitze der Blätter einnehmenden Blattflecken. Perithecien an der Oberseite der Blätter, in grosser Menge, aber isolirt stehend, eingesenkt später frei werdend, abgeplattet, bräunlich, nur in der Umgebung der Mündung schwarz, Durchmesser 80—150 mik., Höhe 60 mik., Durchmesser der Mündung c. 16 mik. Sporen elliptisch, gewöhnlich an dem einen Ende etwas zugespitzt, hyalin, mit 2 Oeltropfen, 6—7 mik. lang, 2,5 mik. breit.

2. Melanconiacaeae.

63) *Gloeosporium Elasticae* Cooke & Massee. Auf Blättern von Hevea brasiliensis, die im Buitenzorger Culturgarten gesammelt waren, beobachtete ich auf hell graugrünen Flecken eine Gloeosporiumart, die völlig der unter No. 45 gegebenen Diagnose entspricht und, solange nicht das Gegentheil nachgewiesen ist, für die gleiche Art gehalten werden mag. Die ausgetretenen Sporen erschienen auf dem Blatt deutlich röthlich.

d. Hyphomycetes.

Stilbaceae.

64) *Stilbum Heveae* sp. n. Wurde im Buitenzorger Culturgarten auf abgestorbenen Zweigen von Hevea bra-

siliensis beobachtet, ist aber wahrscheinlich nicht als echter Parasit zu betrachten. Die Diagnose lautet.

Fruchtkörper heerdenweise auf der Rinde. Stiel cylindrisch, in der unteren Hälfte dunkel umbrabraun, obere Hälfte und Köpfchen hellrosa, bis 0,9 mm lang, durch kurze senkrecht abstehende, häufig etwas gebogene Hyphen rauh. Köpfchen kugelig. Conidien elliptisch, 6 mik. lang, 2,5 mik. breit, an beiden Enden stumpf oder am einen etwas zugespitzt.

C. Die Parasiten der Apocyneen (Willoughbya, Landolphia, Chonemorpha und Alstonia).

I. Insecten.

Coccidae.

Von Thieren habe ich auf den zu der obengenannten Familie gehörigen Kautschukpflanzen nur 2 Cocciden auffinden können und zwar beide auf den Blättern von Willoughbya sp., wo sie aber bisher nur in sehr geringer Anzahl zu finden waren, sodass von einer Beschädigung keine Rede sein kann. Die eine dieser Läuse wurde von Herrn E. E. Green gütigst als

65) *Chionaspis dilatata* Green bestimmt. Die andere gehört jedenfalls zu der Gattung

66) *Aspidiotus.*

II. Fungi, Pilze

a. Uredinaceae.

67) *Uredo Chonemorphae* Rac. kommt nach Raciborski *) sehr häufig auf den Blättern von Chonemorpha makrophylla vor, aber ohne der Nährpflanze grossen Schaden zuzufügen.

*) Parasitische Algen und Pilze Javas. I. Theil. 1900. p. 29.

b. Pyrenomycetes.

1. Perisporiaceae.

Im Buitenzorger Culturgarten beobachtete ich auf den Blättern von Willoughbya firma ziemlich häufig einen anscheinend neuen, als

68. *Meliola Willoughbyae* sp. n. bezeichneten Pilz. Durch das sehr lockere Mycel schien aber keine merkliche Beschädigung der befallenen Pflanzen verursacht zu werden. Die Diagnose des Pilzes lautet:

Mycel sehr locker, spinngewebeartig, auf der Ober- und Unterseite der Blätter rundliche Flecken von bis zu 10 mm Durchmesser bildend. Die dem Substrat anliegenden Fäden 7—8 mik. breit, Seitenzweige opponirt, Hyphopodien alternirend, Stielzelle derselben 5 mik. lang, Kopfzelle häufig etwas gebogen, 15—20 mik. lang, 8 mik. breit. Borsten nur in der Umgebung der Perithecien, nach aufwärts gebogen, unverzweigt, nur ganz an der Spitze geweihartig gegabelt, an dem nämlichen Perithecium sehr verschieden, 0,25—2,0 mm lang, 8—12 mik breit, schwarz. Perithecien kugelig, mit warziger Oberfläche, 120—160 mik. Durchmesser. Asci vor der Ausbildung der Sporen zerfliesend, 2-sporig. Sporen oval, etwas abgeplattet, 5-zellig, an den Scheidewänden eingeschnürt, an den Enden stumpf, glatt, dunkelbraun bis schwarz, 40—45 mik. lang, 16—18 mik. breit, 12 mik. dick.

2. Hysteriaceae.

69) *Hysterium Alstoniae* Tassi wurde nach Saccardo (Sylloge XIV, 716) auf den Molukken auf alter Rinde von Alstonia scholaris beobachtet.

c. Sphaeropsideae.

Sphaeroidaceae.

70) *Diplodia Landolphiae* Henn. kommt nach Hennings *) in Ostafrika und Zanzibar auf trockenen Blättern von Landolphia Kirkii vor.

*) Englers Jahrbücher. Bd. 23. p. 541.

d. Hyphomycetes.

Stilbaceae.

71) *Corallodendron cervinum* Cke. & Massee wurde nach Saccardo (Sylloge X, 685) auf Samen einer Landolphia spec., die aus Afrika stammten, nachgewiesen.

D. Die Parasiten der Sapotaceen (Palaquium und Mimusops).

I. Insecten.

a. Coleoptera.

Chrysomelidae.

72) *Abirus picipes*, der bereits unter No. 8 genannt wurde, wurde auch ziemlich häufig auf jungen Pflanzen von Palaquium spec. angetroffen, deren Blätter durch diesen Käfer namentlich vom Rande aus angenagt werden.

b. Lepidoptera.

1. Psychidae.

Im Buitenzorger Culturgarten beobachtete ich auf diversen Palaquiumarten ziemlich zahlreiche Exemplare einer 73) *Psychide*, die mit einem kegelförmigen Häuschen versehen war. In der Gefangenschaft frassen diese Thiere lebhaft an Palaquiumblättern; leider war es aber bisher nicht möglich, dieselben zu bestimmen.

2. Limacodidae.

74) *Setora nitens* Walk. fand ich im Buitenzorger Culturgarten ganz vereinzelt auf Palaquium Treubii.

c. Hemiptera.

1. Heteroptera.

Capsidae.

Im Buitenzorger Culturgarten beobachtete ich bei Mimisops globosa namentlich an den jungen Blättern ähnliche braune Flecken, wie sie beim Thee durch Helopeltis sp. verursacht werden. Nach kurzem suchen gelang es dann auch, auf den betreffenden Blättern Larven einer Wanze zu finden, die auf dem Rücken den für

75) *Helopeltis* karakteristischen, in ein Köpfchen endigenden Fortsatz trugen.

2. Phytophthires.

Coccidae.

76) *Lecanium viride* Green wurde im Buitenzorger Culturgarten auf Palaquium Treubii beobachtet, namentlich auf den jungen Blättern. Ausserdem beobachtete ich auf Palaquium spec. noch 3 andere Arten von Cocciden, die sehr wahrscheinlich zu den Gattungen

77) *Aspidiotus*,

78) *Lecanium* und

79) *Tachardia* gehören, aber zur Zeit noch nicht bestimmt sind. Ein nennenswerther Schaden wurde bisher durch keine von diesen Läusen angerichtet.

II. Algae.

80) Auf den Blättern von Palaquium borneense, P. gutta u. a. werden durch eine *Chroolepidee* carminrothe Flecken erzeugt, die im Buitenzorger Culturgarten stellenweise in grosser Menge vorhanden sind. In denselben